Universidade de São Paulo

Rede Computacional da Universidade de São Paulo (USPnet)

NORMA TÉCNICA – REDES LOCAIS

LAN - 1.0

Agosto/98

Atenção: As Normas se alteram com o tempo. Entre periodicamente em contato com o CCE para verificar se você dispõe da última versão distribuída.

CCI - COMISSÃO CENTRAL DE INFORMÁTICA
CCE - CENTRO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA
DSU - DIVISÃO TÉCNICA DE SUPORTE

ÍNDICE

1. Introdução

Este documento tem como objetivo estabelecer padrões mínimos para as redes locais que terão recursos computacionais instalados (estações de trabalho, microcomputadores, sistema de aquisição de dados, servidores etc..) em qualquer edificação pertencente à Universidade de São Paulo - USP. De acordo com o projeto executivo da Rede Computacional da USP - USPnet , todos os prédios dos campi ou de unidades externas da USP, que tenham equipamentos computacionais instalados ou tenham potencial para instalação destes, terão ligação à USPnet. Esta norma fornece recomendações para instalação de redes locais nos prédios, a partir do ponto de entrada da fibra óptica ou roteador até as estações nas áreas de trabalho.

Este documento foi originalmente redigido para servir como referência durante a implantação das redes locais administrativas (Projeto MTIA) e tem sido utilizado com o nome Norma UN.01.02 para as novas instalações ou expansões da rede **recad,** designação oficial da sub-rede utilizada para o transporte de dados dos Sistemas de Informações Administrativas.

Essa nova designação, LAN 1.0, faz parte de um conjunto de documentos de referência que compreende todas as áreas integrantes da USPnet (WAN e BAK, respectivamente rede de longa distância e *backbone*). Essa reformulação tem como objetivo criar um documento que seja utilizado como referência mínima para projetos de rede local nas unidades pertencentes à USP para qualquer finalidade, seja para processamento científico, administrativo, rede de alunos ou bibliotecas.

Este documento foi elaborado tendo como referência principalmente as publicações da TIA/EIA (*Telecommunications Industry Association / Electronic Industries Association*) dos Estados Unidos, ISO (*International Standard Organization*) e da BICSI (*Building Industry Consulting Service International*), pois a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) ainda está desenvolvendo os padrões para rede local (Projeto COBEI 03:046:05-010) . Foram utilizadas as normas ABNT apenas em alguns tópicos como nomenclaturas e siglas, instalação elétrica de baixa tensão e na codificação de cores de tubulações.

Cabe informar ainda que as práticas de cabeamento de telecomunicações desenvolvidas pela TIA/EIA e ISO suportam uma extensa faixa de aplicações de telecomunicações (voz, dados, texto, vídeo e imagem) que operam em ambiente aberto atendendo a múltiplos produtos e fabricantes e, como tal, podem ser conflitantes com os padrões de redes telefônicas desenvolvidas pela TELEBRÁS. Assim, cuidados especiais devem ser observados na implantação da rede física.

2. Descrição de uma Rede Local

Uma rede local, também denominada LAN (*Local Area Network*), possui dois componentes: o passivo e o ativo. O componente passivo é representado pelo conjunto de elementos responsáveis pelo transporte dos dados através de um meio físico e é composto pelos cabos, acessórios de cabeamento e tubulações. O componente ativo, por sua vez, compreende os dispositivos eletrônicos, suas tecnologias e a topologia envolvida na transmissão de dados entre as estações.

O componente passivo, neste documento, será baseado no modelo de cabeamento estruturado desenvolvido pela EIA/TIA 568-A e ISO 11801.

2.1 Cabeamento Estruturado

Um sistema de cabeamento estruturado consiste de um conjunto de produtos de conectividade empregado de acordo com regras específicas de engenharia cujas características principais são :

- Arquitetura aberta
- Meio de transmissão e disposição física padronizados
- Aderência a padrões internacionais
- Projeto e instalação sistematizados

Esse sistema integra diversos meios de transmissão (cabos metálicos, fibra óptica, rádio etc..) que suportam múltiplas aplicações incluindo voz, vídeo, dados, sinalização e controle. O conjunto de especificações garante uma implantação modular com capacidade de expansão programada. Os produtos utilizados asseguram conectividade máxima para os dispositivos existentes e preparam a infra-estrutura para as tecnologias emergentes. A topologia empregada facilita os diagnósticos e manutenções.

Existem interpretações e definições equivocadas para os termos cabeamento estruturado e edifícios inteligentes. Um edifício inteligente pode ser definido como um software que controla as funções de gerenciamento do prédio ou pelos dispositivos eletro-eletrônicos instalados na edificação.

Certamente é necessário que existam esses dois elementos para implantar um serviço que integre diversas aplicações (controle de incêndio, segurança, controle de iluminação, ventilação, ar-condicionado, controle de acesso, voz, vídeo, dados etc..) mas, até pouco tempo, cada uma dessas categoria de aplicação possuía, em separado, seus próprios meios de transmissão e infra-estrutura. Isso significava múltiplos sistema de cabeamento, tubulações e métodos de instalação.

Assim, um sistema de cabeamento estruturado (SCS - *Structured Cabling Systems*) é uma concepção de engenharia fundamental na integração de aplicações distintas tais como voz, dados, vídeo e o sistema de gerenciamento predial (BMS - *Building Management Systems*).

Neste documento, adotamos os conceitos de engenharia implícitos no cabeamento estruturado para servir como meio físico de transmissão para as redes locais a serem instaladas na USP deixando aos usuários, à médio prazo, a recomendação de integrar os serviços de voz (telefonia) e, a longo prazo, vídeo e outros controles.

Na figura 1, apresentamos a ilustração de uma rede local típica, que possui os seguintes elementos pertencentes ao sistema de cabeamento estruturado:

1 Distribuidor Geral de Telecomunicações (DGT) entrada do *backbone*;
2. Sala de Equipamentos (SEQ);
3. Cabeamento Tronco;
4. Armário de Telecomunicações (AT);
5. Cabeamento Horizontal;
6. Área de Trabalho (ATR).

Cada prédio capacitado será conectado ao backbone da USPnet por um único cabo de fibra óptica encaminhado através do DGT ou por um roteador, instalado na Sala de Equipamentos, local onde normalmente encontra-se o núcleo da rede local da edificação e eventualmente, equipamentos de comunicação da USPnet. Normalmente, para redução de custos de implantação, os equipamentos de transmissão de dados da USPnet foram instalados nos DGTs ou SEQs de alguns prédios nos campi.

Estas salas são construídas com infra-estrutura elétrica adequada, ambiente controlado, espaço suficiente para expansões dos equipamentos e área para acomodar pessoal de manutenção. Da SEQ derivam os cabos do cabeamento tronco até os Armários de Telecomunicações distribuídos nos pavimentos. Nesses locais (ATs), alojam-se os equipamentos de rede complementares que concentram os cabos do cabeamento horizontal de uma região delimitada pela distância. O cabeamento horizontal, por sua vez, serve a uma Área de Trabalho, onde se localizam os recursos computacionais ou seja, as estações.

Com a redução de custos de produção e instalação de componentes ópticos, políticas de gerenciamento, segurança, flexibilidade e recentes práticas de projeto de escritórios, foram desenvolvidas novas técnicas de arquitetura para o cabeamento de rede locais que complementam ou alteram o modelo básico de estruturação. Nessa direção, as novas práticas priorizam redes locais com concentração dos componentes ativos ou estruturas de cabeamento mais flexíveis, que suportam reconfigurações de grupos de trabalhos temporários ou alterações constantes de lay-out.

Essas especificações alternativas serão descritas neste documento, mas sua implementação deverá obedecer a critérios técnicos de projeto e instalação rigorosos, caso contrário haverá redução de desempenho no sistema e prejuízos financeiros.

São detalhados, a seguir, cada um dos elementos de uma rede local típica, com base nas especificações das normas EIA 568-A de setembro de 1997, 569-A de fevereiro de 1998, ISO/IEC -11801 de julho de 1995 e dos manuais da BICSI TDMM (*Telecommunications Distribution Methods Manual*) e *LAN Design Manual* edições de 1996.

1 Entrada do Edifício
2 Sala de Equipamentos
3 Cabeamento Backbone
4 Armário de Telecomunicações
5 Cabeamento Horizontal
6 Área de Trabalho

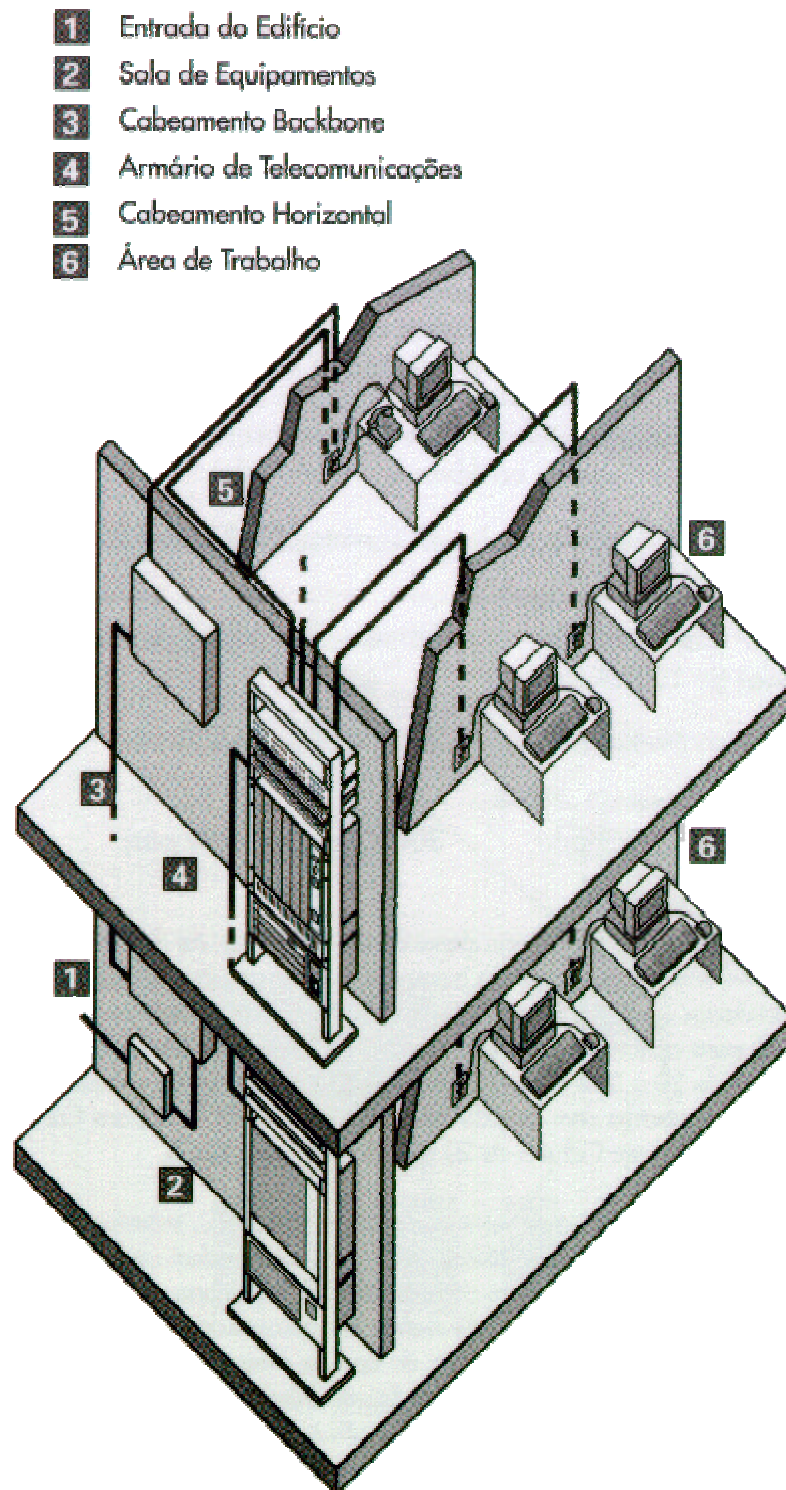



Figura 1 - Estrutura de uma Rede Local típica

2.2 Entrada do *backbone* da USPnet

Como já foi exposto anteriormente, existem três alternativas para um prédio ser conectado à USPnet:

- através de cabo óptico;
- através de um roteador;
- dispositivos integrados WAN/LAN.

No caso de edificações instaladas dentro de um campus, um cabo de fibra óptica proveniente do *backbone* chega ao prédio em um quadro instalado normalmente no Distribuidor Geral de Telecomunicações, e deste é estendido até a Sala de Equipamentos. No caso de edificações externas aos campi haverá um dispositivo de comunicação (modem, rádio, *cable modem*, satélite etc.) integrado ou não a um equipamento que executa funções de *bridge* ou roteador. Existe ainda a opção de interligação através de cabos ópticos de longa distância; essa opção entretanto exige equipamentos mais complexos instalados nos DGTS e normalmente são de responsabilidade das empresas operadoras de Telecomunicações (Embratel, Telesp, Ceterp etc..).

2.3 Sala de Equipamentos

2.3.1 Funções:

1. - receber a fibra óptica do *backbone* da USPnet;
2.- acomodar equipamentos de comunicação das operadoras de Telecomunicações ;
3.- acomodar equipamentos e componentes do *backbone* (opcional);
4.- acomodar os equipamentos principais e outros componentes da rede local;
5.- permitir acomodação e livre circulação do pessoal de manutenção;
6.- restringir o acesso a pessoas autorizadas.

2.3.2 Características Técnicas :

1. - localização próxima ao centro geográfico do prédio e de utilização exclusiva;
2. - dimensões mínimas: 3,00 m x 4,00 m ou 12 m2;
3. - livre de infiltração de água;
4. - ambiente com porta e de acesso restrito;
5. - temperatura entre 18 e 24°C com umidade relativa entre 30% e 55%;
6. - iluminação com no mínimo 540 lux com circuito elétrico independente;
7. - piso composto de material anti-estático;
8. - alimentação elétrica com circuitos dedicados direto do distribuidor principal com instalação de quadro de proteção no local;
9. - mínimo de 3 tomadas elétricas tripolares (2P+T) de 127 VAC, com aterramento;
10. - proteção da rede elétrica por disjuntor de no mínimo 20A;
11. - dissipação mínima de 7.000 BTU/h.

2.4 Cabeamento Tronco

2.4.1 Funções:

O cabeamento tronco, também denominado cabeamento vertical ou cabeamento do *backbone* da rede local, deverá utilizar uma topologia em estrela, isto é, cada centro de distribuição (Armário de Telecomunicações) deverá ser interligado à Sala de Equipamento, núcleo da rede, através de um cabo exclusivo. Não é recomendável utilizar mais do que um nível hierárquico de interconexão entre todo o sistema; desta forma, a interligação entre quaisquer centros de distribuição passa por apenas três painéis de manobras. A figura 2 ilustra esquematicamente a topologia do cabeamento tronco.

Deve-se viabilizar, quando a distância permitir, outro trajeto de interligação entre o núcleo da rede e os Armários de Telecomunicações (rota alternativa ou de redundância). Além disso, alguns fabricantes de equipamentos de rede têm oferecido configurações, ainda que proprietárias, baseadas em múltiplos canais de alta velocidade (p. ex. agrupamento de canais *fast* ethernet ou ATM) para interconexão de dispositivos eletrônicos.

Dessa forma recomenda-se, na elaboração do projeto de cabeamento estruturado, considerar essas alternativas procurando interligar os centros de distribuição de sinais com um número suficiente de cabos, com a finalidade de construir uma rede com alta disponibilidade, excelente desempenho e confiabilidade.

Como padrão mínimo aceitável deve-se prever, na interligação entre os Armários e a Sala de Equipamento, a utilização de dois cabos para cada tipo de meio físico utilizado, devendo ser estudada durante o projeto a viabilidade técnica e financeira de um desse cabos passar através de um trajeto alternativo.

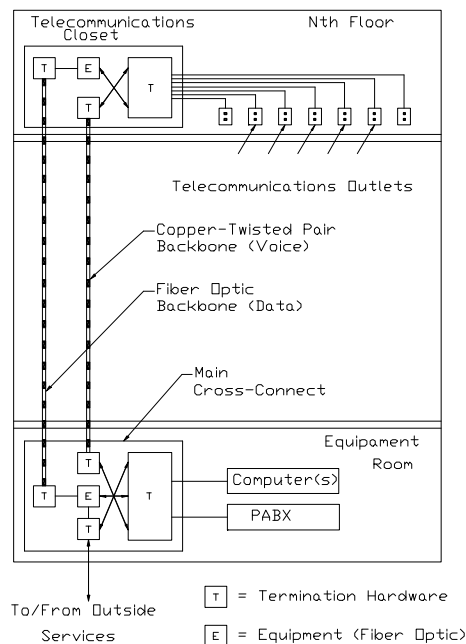



Figura 2 - Topologia “estrela” do cabeamento tronco

2.4.2 Meios de transmissão:

O cabeamento tronco será constituído por um dos seguintes meios de transmissão :

- cabo de fibra óptica com no mínimo 4 fibras multimodo 62.5/125 micrômetros em conformidade com o padrão EIA 492-AAAA.
- cabo de fibra óptica com no mínimo 4 fibras monomodo 9 micrômetros em conformidade com o padrão EIA 492-BAAA.
- cabo UTP (*Unshielded Twisted Pair*): cabo constituído por fios metálicos trançados aos pares, comumente chamado de "cabo de pares trançados", com 4 pares de fios bitola 24 AWG e impedância de 100 ohms em conformidade com o padrão TIA/EIA 568A categoria 5e (*enhanced*).

2.4.3 Distâncias:

A distância máxima do cabeamento vertical é dependente do meio de transmissão, da aplicação e dos comprimentos totais empregados no sistema de distribuição horizontal (cabos, cabos de manobra, etc..). Além disso, outros padrões de cabeamento alternativo existentes (por exemplo, TSB-72) podem alterar essas distâncias. Assim, os valores a seguir são adotados para preservar os investimentos e garantir desempenho satisfatório nas diversas modalidades:

- cabo UTP distância máxima de 90 metros;
- fibra óptica multimodo 62,5/125 micrômetros distância máxima de 220 metros (1) (2) ;
- fibra óptica monomodo 9/125 micrômetros distância máxima de 3.000 metros.

NOTAS:
(1) A fibra óptica multimodo 50/125 micrômetros voltou a ser utilizada como padrão para o Gigabit Ethernet, na distância máxima de 550 metros, entretanto, ainda não é recomendada pela TIA/EIA 568-A. Assim, na corrente versão deste documento, só seria aplicada em casos especiais.
(2) Pela TIA/EIA 568-A a distância máxima para esse tipo de fibra é de 300 metros; na versão Gigabit Ethernet *Draft* 4.2 de março de 1998, o IEEE 802.3z modificou a distância suportada para essa fibra na especificação padrão de 160/500 MHz.Km para 220 metros. Dessa forma, neste documento, para fibras com características *standard* adotou-se o valor de 220 metros. Para especificações das fibras em conformidade com a ISO 11801 (200/500 MHz.Km), o valor máximo adotado é de 275 metros.

As duas observações acima estão sendo objeto de revisão da TIA/EIA 568-A, que brevemente passará a chamar-se TIA/EIA 568-B. Mesmo assim, para novos projetos recomenda-se adquirir cabos de fibra óptica em concordância com a ISO 11801.

2.5 Armários de Telecomunicações (AT)

2.5.1 Funções:

A função primária dos Armários de Telecomunicações (*wiring closets*) é servir como um centro de telecomunicações, isto é, a terminação dos cabos do sistema de distribuição horizontal. É considerado o ponto de transição do cabeamento tronco e o horizontal.

Eles diferem das Salas de Equipamentos pela quantidade e localização, pois são geralmente áreas (salas ou estruturas de armários) que servem a um pavimento ou a regiões de um andar em uma edificação.

A existência de um ou mais Armários de Telecomunicações em um determinado pavimento deve-se ao fato de que os cabos no sistema de distribuição horizontal apresentam restrições na distância máxima conforme descrito no item 2.6. A topologia nesse locais também é baseada no modelo estrela e, além dos componentes de cabeamento, podem ser opcionalmente instalados, equipamentos eletrônicos.

A técnica de conexão adotada isto é, a maneira como serão interligados os componentes ativos e passivos, será a da interconexão, ou seja, os cabos terminados em um painel de conexão (*patch panel*) serão interligados diretamente aos equipamentos por um cabo de manobra (*patch cord*).

No caso de equipamentos de telecomunicações que não apresentem interfaces com conector RJ45 8 vias, deve-se obrigatoriamente utilizar o sistema de conexão cruzada, onde cada cabo e o(s) equipamento(s) são terminados em um painel de conexão e um cabo de manobra é utilizado para interligar os painéis. Recomenda-se, para o(s) equipamento(s), utilizar painéis semelhantes aos das terminações dos cabos UTPs.

Caso não sejam utilizados os painéis de conexão padronizados, como no caso dos sistemas telefônicos (PABX, KS etc..), os elementos que compõem a solução (painel e cabos de manobra) devem possuir no mínimo, dois pares.

2.5.2 Características Técnicas:

Existem duas alternativas sugeridas para a criação desses Armários de Telecomunicações: sala de utilização exclusiva ou gabinetes.

2.5.2.1 Salas

Caso seja definido um local para desempenhar essas funções, esta área deve possuir as seguintes características:

1. - localização central à área potencialmente atendida, respeitando a restrição de distância inferior a 90 metros da área de trabalho;
2. - temperatura: 10 a 35° C e U.R. abaixo de 85% (sem instalação de equipamento ativo) ou 18 a 24° C e U. R. entre 30 - 55 % (com instalação de equipamentos ativos);
3. - mínimo de 3 tomadas elétricas de 127 VAC através de circuitos dedicados ;
4. - ambiente com porta e acesso restrito;
5. - iluminação com no mínimo 540 lux;
6. - livre de infiltração de água.

Tabela 1 - Área recomendada para os armários de telecomunicações

Área Servida	**Área Recomendada**
Menor que 100 m2	Quadro externo (1)
Entre 100 e 500 m2	3,00 x 2,20 m (2)
Entre 500 e 800 m2	3,00 x 2,80 m
Maior que 800 m2	3,00 x 3,40 m

NOTAS:

(1) As dimensões propostas na norma TIA/EIA 569-A e BICSI, nesses casos, permitem instalação de componentes de cabeamento (elementos passivos) e um número reduzido de equipamentos (elementos ativos). Como existem restrições em distância ao funcionamento de alguns padrões de transmissão de redes locais (ethernet, por exemplo) sugerimos adotar, nesses casos, as outras opções do item 2.4.2.1 onde será possível a instalação de equipamentos ativos.
(2) Em alguns casos, quando existir em apenas componentes passivos, poderá ser utilizado um quadro externo.

Dentro da sala, os equipamentos e acessórios de cabeamento devem ser instalados preferencialmente em *racks* do tipo aberto (*open racks*).

2.5.2.2 Armários Externos

Considerando que as edificações da USP sofrem problemas crônicos de falta de espaço e a reformulação de locais para a criação de Armários de Telecomunicações seria onerosa, uma alternativa econômica é a modelagem destes Armários em estruturas modulares geralmente conhecidos como gabinetes ou *racks*.

Como existem vários modelos e dimensões, devemos inicialmente examinar o local onde serão instalados esses armários, a quantidade de cabos horizontais que chegam a esse centro de fiação e as distâncias até as áreas de trabalho. Além desses fatores e dos requisitos de segurança, devemos considerar ainda as seguintes variáveis:

- expansões no número de cabos horizontais;
- evolução dos equipamentos eletrônicos instalados;
- incremento de serviços agregados (serviços de multimídia, voz sobre LAN etc. .);
- incorporar mais de um elemento da estrutura de rede básica (DGTs, SEs, etc.)

A Tabela 2 apresenta os tipos de armário recomendado de acordo com a área servida.

Tabela - 2 Dimensionamento do gabinete para o Armário de Telecomunicações

Área Servida	**Armário Recomendado (1)**
Menor que 100 m2	*Subrack* ou *Bracket* com no mínimo 4 UA (2)
Entre 100 e 500 m2	*Rack* Fechado de min. 12 UA profundidade útil 470 mm(3)
Entre 500 e 800 m2	*Rack* Fechado de min. 24 UA profundidade útil 470 mm(3)
Maior que 800 m2	*Rack* Fechado de min. 40 UA profundidade útil 470 mm(3) (4)

NOTAS:

(1) Cálculo baseado em dois pontos por área de trabalho (10 m2);
(2) Instalação dentro de sala de uso compartilhado;
(3) Instalação em locais públicos internos à edificação (corredores, escadas, etc..); caso o local seja de acesso restrito, pode-se optar por racks abertos.
(4) Geralmente o atendimento será através de mais de um Armário de Telecomunicações.

2.6 Cabeamento horizontal

2.6.1 Funções:

O cabeamento horizontal interliga os equipamentos de redes, elementos ativos, às Áreas de Trabalho onde estão as estações. Assim como no cabeamento tronco, utiliza-se uma topologia em estrela, isto é, cada ponto de telecomunicações localizado na Área de Trabalho será interligado a um único cabo dedicado até um painel de conexão instalado no Armário de Telecomunicações.

2.6.2 Meios de transmissão:

O cabeamento horizontal poderá ser constituído por um dos seguintes meios de transmissão :

- cabo UTP: cabo constituído por fios metálicos trançado aos pares com 4 pares de fios bitola 24 AWG e impedância de 100 ohms, em conformidade com o padrão EIA 568A categoria 5e (*enhanced*).
- cabo de fibra óptica, com no mínimo 2 fibras multimodo 62,5/125 micrômetros em conformidade com o padrão EIA 492-AAAA.

Como a maior parcela dos custos de instalação de uma rede local corresponde ao sistema de cabeamento horizontal, e o mesmo deverá suportar uma larga faixa de aplicações, recomenda-se o emprego de materiais de excelente qualidade e de desempenho superior (categoria 6 ou 7).

2.6.3 Distâncias:

O comprimento máximo de um segmento horizontal, isto é, a distância entre o equipamento eletrônico instalado no Armário de Telecomunicações e a estação de trabalho é de 100 metros. As normas TIA/EIA 568-A e ISO 11801 definem as distâncias máximas do cabeamento horizontal independente do meio físico considerando duas parcelas desse subsistema:

- O comprimento máximo de um cabo horizontal será de 90 metros. Essa distância deve ser medida do ponto de conexão mecânica no Armário de Telecomunicações, centro de distribuição dos cabos, até o ponto de telecomunicações na Área de Trabalho;
- Os 10 metros de comprimento restantes são permitidos para os cabos de estação, cabos de manobra e cabos do equipamento.

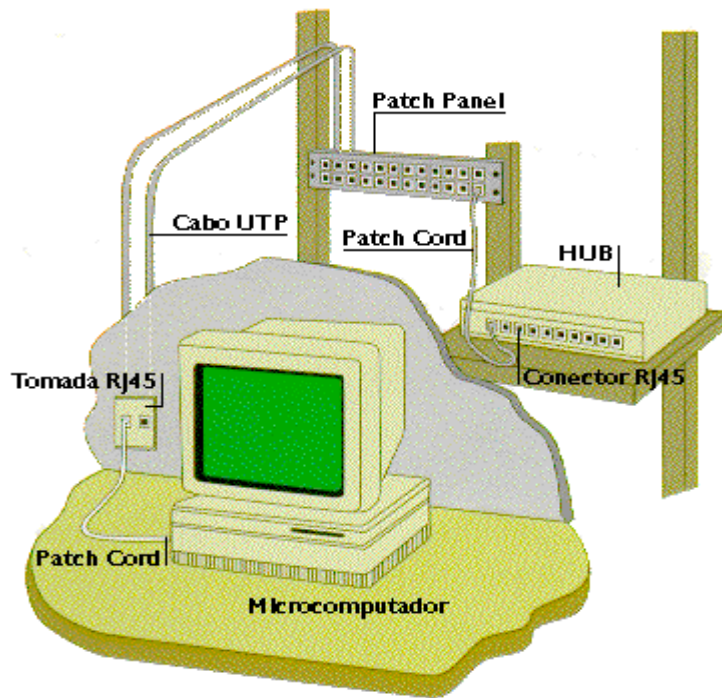



Figura 3 - Componentes de um sistema de cabeamento horizontal

2.6.4. - Componentes

A figura 3 acima ilustra os componentes que integram um sistema de cabeamento horizontal. Em seguida, descreveremos cada um desses elementos com maiores detalhes; porém, as especificações completas estão no Anexo B e devem ser consultadas no momento de elaborar a compra dos materiais.

2.6.4.1 Cabo de Manobra

Também conhecido como *patch cord*, consiste de um cordão de cabo UTP categoria 5e (*enhanced*) composto de fios ultra-flexíveis (fios retorcidos) com *plugs* RJ45 nas extremidades. Sua função é interligar dois painéis de conexão ou um painel e um equipamento facilitando as manobras de manutenção ou de alterações de configuração. A montagem dos pinos deve obedecer à codificação de pinagem T568A. Os componentes (cabo e *plugs*) devem atender à especificação *Power Sum Next* dos procedimentos de teste da TIA/EIA 568 A. A distância máxima prevista para um cabo de manobra é de 6 metros.

Adotou-se uma codificação de cores na capa externa prevendo uma diferenciação visual entre o cabo UTP de fio sólido e o de fios retorcidos bem como para as várias funções/aplicações existentes:

- Dados (pinagem direta): cor da capa externa verde
- Dados (pinagem cruzada) (1): cor da capa externa vermelho
- Voz (Telefone): cor da capa externa amarelo
- Vídeo (P&B e Colorido): cor da capa externa violeta

NOTA:
(1) Um cabo com pinagem cruzada (*crossed over*) é utilizado para interligar

equipamentos de transmissão (hubs, roteadores, *switches* etc.) entre si, que não possuam porta com inversão de pinagem incorporada ao produto.

Assim, neste documento, para o cabo de manobra em rede de dados adotou-se como configuração padrão (*standard*) utilizar cabos de manobra com comprimento de um metro e a cor verde na capa externa. Outras medidas até o limite máximo podem ser utilizadas, de acordo com a estrutura e dimensões dos produtos instalados no(s) Armário(s) de Telecomunicações.

2.6.4.2 Painel de Conexão

Também chamado de *patch panel*, deverá ser composto pelo agrupamento de 24 tomadas RJ45 na dimensão de 1 UA (unidade de altura) e instalação em gabinetes de 19 polegadas; a montagem dos pinos deverá obedecer à codificação de pinagem T568-A . As tomadas instaladas no painel deverão atender à especificação *Power Sum Next* dos procedimentos de teste da TIA/EIA 568-A. O sistema de terminação do cabo UTP deverá ser preferencialmente do tipo IDC *(Insulation Displacement Contact*), sendo aceitos outros tipos de terminação que mantenham os pares destrançados no limite máximo de 13 mm.

2.6.4.3 Cabo UTP

Cabo de par-trançado com 4 pares, constituído por fios sólidos bitola de 24 AWG e impedância nominal de 100 ohms. A especificação mínima de desempenho para esse cabo deverá ser compatível com a TIA/EIA 568-A Categoria 5e (*enhanced*). Para instalações novas, recomenda-se a utilização de cabos Categoria 6 ou 7. Conforme exposto, o comprimento máximo permitido para cabos UTP é de 90 metros. adotou-se como padrão a capa externa do cabo na cor azul.

2.6.4.4 Ponto de Telecomunicação (PTR)

Também conhecido por tomada de estação, trata-se de um sub-sistema composto por um espelho com previsão para instalação de, no mínimo, duas tomadas RJ45/8 vias fêmea e já possuindo incorporado no mínimo, uma tomada RJ45; a(s) tomada(s) deverão atender às especificações *Power Sum Next* dos procedimentos de teste da TIA/EIA 568-A Categoria 5e. A montagem dos pinos deverá obedecer à codificação de pinagem T568-A. A montagem do espelho e demais componentes deverá ser acessível pela Área de Trabalho. O espelho deverá possuir previsão para instalação de etiqueta de identificação.

Recomenda-se que seja integrada a esse sub-sistema, uma caixa de superfície 5 x 3 polegadas em substituição às tradicionais caixas 4 x 2 polegadas encontradas no mercado, pois ela foi desenvolvida para atender aos requisitos técnicos de manter os cabos dentro dos parâmetros de curvatura mínima e de espaço para sobras.

Normalmente, os fabricantes de componentes para sistemas de cabeamento estruturado oferecem esses produtos em conjunto ou isolados, possibilitando uma instalação uniforme e com excelente acabamento.

2.6.4.5 Cabo de Estação

Consiste de um cordão de cabo com características elétricas idênticas ao cabo UTP categoria 5e, composto de fios ultra-flexíveis (fios retorcidos) com *plugs* RJ45 nas extremidades, projetado para interligar a estação até a tomada na Área de Trabalho. A montagem dos pinos deve obedecer à codificação T568-A.

Os componentes (cabo e *plugs*) devem atender à especificação *Power Sum Next*. Pela norma TIA/EIA 568-A, a distância máxima prevista para um cabo de estação é de 3 metros.

Como nos cabos de manobra, foi adotado um esquema de cores na capa externa prevendo uma diferenciação visual entre o cabo UTP de fio sólido e o de fios retorcidos. Assim, neste documento, para o cabo de estação recomenda-se utilizar o comprimento de 3 metros e a cor cinza ou branco para a capa externa.

2.7 Área de Trabalho (ATR)

A Área de Trabalho para as redes locais é onde se localizam as estações de trabalho, os aparelhos telefônicos e qualquer outro dispositivo de telecomunicações operado pelo usuário. Para efeito de dimensionamento, são instalados no mínimo dois pontos de telecomunicações em uma área de 10 m2.

É fundamental que um projeto criterioso avalie detalhadamente cada local de instalação dos pontos, pois problemas de subdimensionamento podem onerar as expansões. Já em alguns casos será preciso substituir a infra-estrutura projetada.

Como o comprimento máximo dos cabos na área de trabalho é de 3 metros o correto posicionamento dos pontos de telecomunicações deve ser avaliado. Deve-se procurar posicionar os pontos em locais distribuídos dentro da área de alcance dos cabos de estação.

Quando não existir vários pontos de telecomunicações distribuídos na Área de Trabalho, as mudanças no posicionamento destes pontos ocorrerão com maior frequência. Para isso, deve-se procurar inicialmente instalar os pontos nos locais mais afastados do encaminhamento principal do prédio (eletrocalhas nos corredores); assim, será relativamente fácil alterar esse posicionamento, pois não será necessária a passagem de novo cabo horizontal.

O cabeamento na Área de Trabalho pode variar com a aplicação. Assim, adaptações que possam ser necessárias nesses locais deverão obrigatóriamente ser providas por dispositivos externos ao ponto de telecomunicações. Alguns desses produtos são:

- Cabos especiais para equipamentos com conector diferente do RJ-45;
- Adaptadores em “Y” que servem para trafegar voz e dados no mesmo cabo;
- Adaptadores passivos tipo *baluns* ;
- Adaptadores para transição de pares;
- Adaptadores tipo *splitters* ou *drop boxes*;
- Terminadores.

Deve-se observar que quando utilizamos determinados tipos de adaptadores na Área de Trabalho, poderá haver degradação do desempenho e até mesmo a inoperância do sistema. Assim, é aconselhável compatibilizar o cabeamento com os equipamentos de transmissão no momento do projeto, evitando ao máximo utilizar esses artifícios.

3. Arquiteturas alternativas para cabeamento estruturado

Além do modelo básico de rede local, outros padrões de estruturação da rede física são aprovados pela TIA/EIA, ISO e BICSI. Nessa sentido iremos descrever duas opções que servem como alternativa ou complementam uma rede estruturada padrão TIA/EIA 568-A.

3.1 Cabeamento Horizontal para ambientes abertos (cabeamento por zonas)

Essa prática, conhecida como TIA/EIA TSB-75 (*Additional Horizontal Cabling Practices for Open Offices*), complementam as normas TIA/EIA 568-A e 569-A, não introduzindo novos componentes nem alterando os padrões de desempenho do sistema de cabeamento.

Deve ser aplicada em ambientes abertos sujeitos a reconfigurações constantes, onde existem divisórias baixas (baias), armários servindo como divisão de ambientes ou qualquer dispositivo delimitador móvel, aos invés de paredes.

Nessa prática, será adotada a técnica conhecida como cabeamento por zonas (*zone wiring*), onde caixas de superfície com tomadas múltiplas, obrigatoriamente com densidade de 6 ou 12 tomadas RJ45, são instaladas em uma localização permanente (colunas ou paredes de alvenaria) próximas às áreas sujeitas a alterações constantes. Os cabos UTP do cabeamento horizontal serão terminados nessas tomadas, permitindo que os cabos horizontais mantenham-se intactos quando houver alteração de *lay-out* na área. Essas tomadas devem estar facilmente acessíveis; nunca devem ser instaladas sobre o forro, ou áreas obstruídas.

A partir dessa tomada múltipla, os cabos de estação serão encaminhados por uma infra-estrutura de tubulação específica na Área de Trabalho e interligados diretamente nos equipamentos, sem a utilização de conexões adicionais.

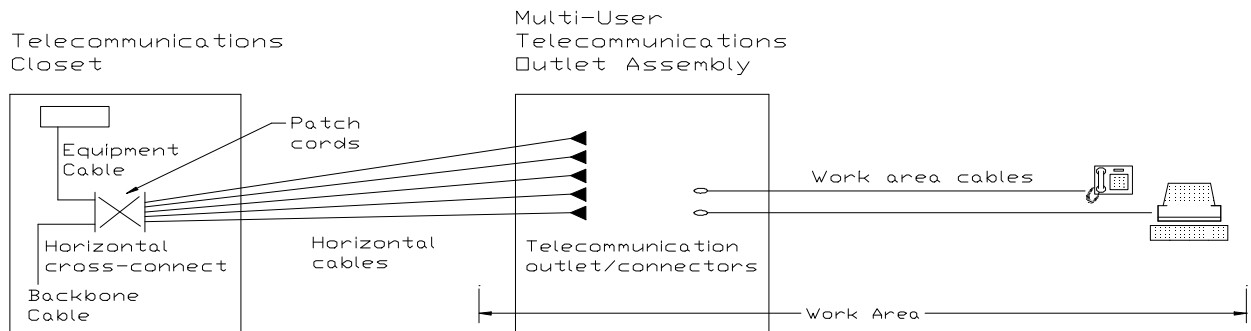
Em cabeamento metálico (UTP), o cabo de estação que percorre a Área de Trabalho não poderá exceder nunca a 20 metros e deve atender aos requisitos da norma TIA/EIA 568-A. De acordo com o comprimento do cabo horizontal instalado entre o Armário de Telecomunicações e a caixa com tomadas múltiplas, haverá limites para o comprimento máximo do cabo de estação conforme a tabela 3.

Nesses casos será necessário ainda observar o comprimento dos cabos de manobra e eventuais cabos de equipamento. Na mesma tabela 3, existe uma coluna que apresenta o comprimento máximo combinado que inclui o cabo de manobra, cabo de equipamento e cabo de estação. Dessa forma, será preciso analisar essas três variáveis (cabo horizontal, cabo de manobra e comprimento combinado) para calcular o valor do cabo de estação, lembrando o comprimento máximo de 20 metros.

Tabela 3 - Comprimentos máximos dos cabos UTP na Área de Trabalho de acordo com os cabos UTP horizontais

Cabo Horizontal	Cabo de estação (máximo)	Comprimento Combinado
90 m	3 m	10 m
85 m	7 m	14 m
80 m	11 m	18 m
75 m	15 m	22 m
70 m	20 m	27 m

Para cabos de fibra óptica, qualquer combinação de comprimento no segmento horizontal, que inclui o cabo horizontal, cabo de estação, cabo de manobras e eventual cabo de equipamento é aceita, desde que mantenha o limite máximo de 100 metros.

A Figura 4 ilustra a aplicação da técnica de cabeamento por zonas :

3.2 Cabeamento óptico centralizado

3.2.1 Considerações técnicas:

Essa arquitetura de implementação de cabeamento pode reduzir significativamente o custo de escalabilidade, expansão e gerenciamento de uma rede local, pois implementa em uma edificação, uma estrutura onde os componente ativos são centralizados, em oposição à técnica de transmissão distribuída. O padrão TIA/EIA TSB-72 (*Centralized Optical Fiber Cabling Guidelines*) não substitui o modelo estruturado TIA/EIA 568-A mas serve como complemento, principalmente em relação a aplicações de transmissão de dados.

Essa prática utiliza cabos de fibra óptica multimodo 62,5/125 micrômetros, na distância máxima de 275 metros desde a Sala de Equipamentos até a Área de Trabalho. Atendendo a esse limite, esse sistema de cabeamento estará preparado para suportar serviços multi-gigabit.

Para isso, duas alternativas de implantação são permitidas conforme ilustra a figura 5:

- utilização conjunta de cabeamento tronco e horizontal;
- utilização de cabos individuais.

No primeiro caso, o cabeamento tronco deverá ser dimensionado com um número de fibras suficiente para atender às presentes e futuras aplicações da capacidade máxima de pontos prevista nas Áreas de Trabalho. Como base de cálculo, duas fibras são necessárias para cada aplicação nesses locais. Os cabos do cabeamento tronco são terminados em painéis de conexão nos armários de telecomunicações e diretamente interligados aos cabos horizontais por cabos de manobra. Os cabos horizontais devem atender à restrição de distância inferior a 90 metros conforme item 2.5.2 deste documento.

Na segunda opção, os cabos individuais que atendem às Áreas de Trabalho são conduzidos até o ponto central da edificação (Sala de Equipamentos) passando pelo(s) Armário(s) de Telecomunicações. O comprimento dos cabos no trajeto Armário de Telecomunicações - Área de Trabalho deve ser inferior a 90 metros conforme item 2.5.3. No Armário deve ser prevista e mantida sobra nesses cabos individuais que permita a qualquer momento, a inclusão dos mesmos em painéis de conexão (terminação dos cabos). Assim, deverá ser executado um exame criterioso na estruturação dos armários, de forma a existir um crescimento organizado e modular.

Os cabos ópticos utilizados devem ser obrigatoriamente do tipo *tigth buffer* e devem atender aos requisitos de segurança.

Em ambas as opções, o cabeamento deverá permitir identificação de polaridade conforme orientação A-B no ponto de telecomunicações na Área de Trabalho e B-A no painel de conexão na área de comutação.

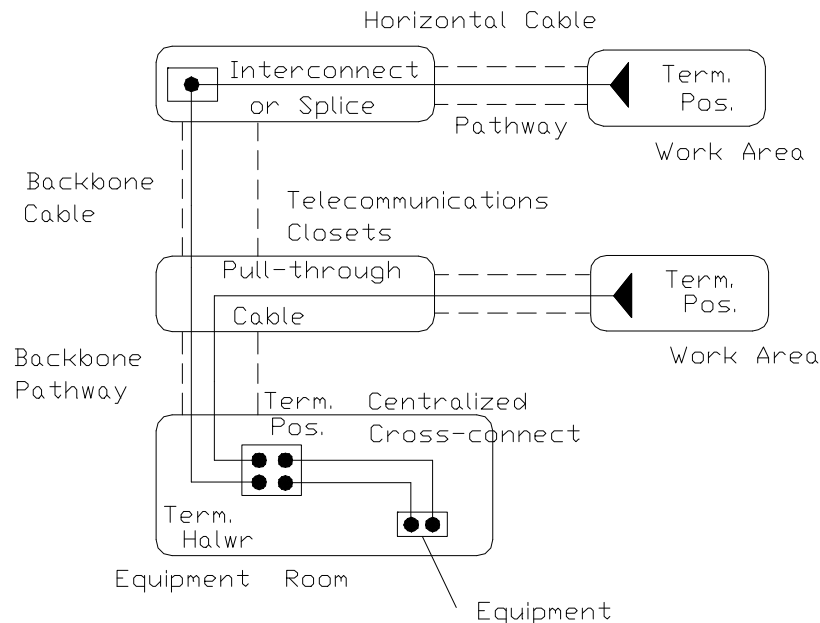



Figura 5 – Dois modelos de cabeamento óptico centralizado

3.2.2 Considerações sobre projetos utilizando cabos ópticos :

Para o perfeito funcionamento de um sistema de transmissão de sinais óptico, dois parâmetros são importantes no projeto: margem de desempenho do sistema e faixa dinâmica do receptor. Esses dois cálculos devem ser efetuados para que possamos certificar que o segmento óptico projetado atenderá às exigências de potência média do transmissor e a sensibilidade do receptor mantendo a taxa de erros dentro de valores admissíveis.

Para efetuarmos esses cálculos devemos possuir os seguintes parâmetros dos componentes do sistema:

- atenuação do cabo óptico (dB/Km) no comprimento de onda de operação;
- atenuação máxima dos conectores [(1)];
- atenuação máxima de emenda (mecânica ou fusão) [(1)] ;
- potência média de transmissão (*transmitter average power*) para o tipo de fibra;
- sensibilidade do receptor (*receiver sensitivity*) para o tipo de fibra;
- potência máxima de recepção (*max receive power*).

NOTA:

(1) Os valores máximos desses parâmetros são padronizados pela TIA/EIA 568-A

3.2.3 Margem de desempenho do sistema:

Para o cálculo da margem de desempenho do sistema óptico, devemos efetuar o balanço entre as perdas admitidas no sistema de transmissão/recepção e a atenuação do segmento. Nesse cálculo a atenuação do segmento corresponde às perdas do(s) componente(s) passivo(s) (cabo, conector(es) e emenda). Se a margem de desempenho for maior do que zero, ou seja, as perdas que os equipamentos suportam, for superior à atenuação máxima da componente passiva do enlace, o sistema irá operar com qualidade. Essa qualidade significa que o sistema transmite um sinal óptico com uma determinada potência e que o receptor irá interpretá-lo mantendo a transmissão dentro da taxa de erro (BER – *Bit Error Rate*) estipulada. Para sistemas ópticos esse valor normalmente é da ordem de 10^{-10} ou seja, um bit recebido com erro para cada 10 bilhões de bits transmitidos. Para auxiliar na determinação do valor da margem de desempenho, encontra-se a seguir um roteiro de cálculo.

Item	Descrição do cálculo	Valor de referência[(1)] ou forma de calcular	Qtde	Subtotal= Ref x Qtde
1	Perda no cabo óptico[(2)] Af	1.0 dB/km	X metros	Af
2	Perda no par de conectores Ac	0,75 dB	Y conec.	Ac
3	Perda nas emendas Ae	0,30 dB	Z emendas	Ae
4	Perda em outros elementos[(3)] Ao			Ao
5	**Atenuação total (At)**	= Af + Ac + Ae + Ao		**At**
6	Potência média do tx. [(4)] Pt			Pt
7	Sensibilidade do rx[(4)] Sr			Sr
8	Faixa dinâmica receptor[(4)] Dr			Dr
9	**Ganho do sistema (Gs)**	= Pt - Sr		**Gs**
10	Margem de perda – operação[(5)]			MPo
11	Margem de perda – receptor[(6)]			MPr
12	Margem de perda – reparo [(7)]	0,6		0,6
13	Margem de perda – envelh [(8)]	2,0		2,0
14	**Total margem de perdas MPt**	= MPo+MPr+0,6+2		**MPt**
15	**Total perdas no seg. PSt**	= Gs – MPt		**PSt**
16	**Margem de desempenho MD**	= PSt – At		**MD**

NOTAS:

(1) Os valores apresentados nessa coluna são apenas exemplos, pois eles dependem do tipo de fibra, comprimento de onda, tipo de conector, etc...
(2) Observar o comprimento de onda de operação do sistema;
(3) Atenuação de outros componetes no trajeto tais como chaves de desvio (*optical bypass*), divisores ópticos (*passive stars*), etc..
(4) Especificações fornecidas pelos fabricantes de equipamentos;
(5) Caso não seja especificado pelo fabricante, utilize os seguintes valores: 2 dB para LEDs (ethernet/fast ethernet) e 3 dB para Lasers (outros)
(6) Poderá ser especificado pelo fabricante, e corresponde a *jitter*, recuperação de clock, dispersão cromática, etc.
(7) Correponde ao reparo do cabo com base em duas emendas por fusão com atenuação de 0.3 dB por emenda.
(8) Corresponde à atenuação imposta pelo cabo devido ao envelhecimento.

3.2.4 Faixa dinâmica do receptor :

Todo sistema de recepção é projetado levando-se em conta que existe uma atenuação (perda) ao longo do meio de transmissão, caso contrário poderá ocorrer saturação no receptor, prejudicando o desempenho do sistema; esse parâmetro, medido em dB, é chamado de faixa dinâmica do receptor . Durante a elaboração do projeto, é fundamental determinar o valor de perda mínima requerida pelo meio físico, pois ainda nessa fase será possível alterar alguns componentes do sistema (passivos ou ativos) que garantam a operação confiável.

Para o cálculo desse valor, deve-se subtrair o ganho do sistema do valor especificado para a faixa dinâmica do receptor. O ganho do sistema (s*ystem gain*) é obtido pela diferença entre a potência média de transmissão e a sensibilidade do receptor. Já a faixa dinâmica (*receiver's dynamic range*) é obtida pela diferença entre a sensiblidade do receptor e a máxima potência óptica suportada pelo receptor.

Se esse valor for negativo, não serão necessárias maiores preocupações pois o sistema funcionará dentro dos parâmetros estabelecidos. Se esse valor for positivo, o mesmo representa o valor que deve ser introduzido entre os equipamentos de transmissão e recepção (meio físico) para manter os parâmetros ideais de operação, principalmente a taxa de erro.

Caso o valor da perda no segmento óptico projetado seja insuficiente para compor a perda mínima, deve-se inserir no sistema produtos conhecidos como atenuadores (fixos ou variáveis).

4. Estrutura Adotada para as Redes Locais na USPnet.

No projeto de um ambiente de rede local, a associação dos diversos dispositivos eletrônicos e a elaboração do projeto físico compreendem a consideração de diversos aspectos importantes de distâncias, escolha do meio, definição de infra-estrutura de dutos, desempenho do sistema, localização das estações etc., que possuem influência direta no custo final da rede a ser implantada. Dessa forma, todas as definições e recomendações deste documento devem ser criteriosamente avaliadas, e implantadas por profissionais com conhecimentos específicos. O CCE e os Centros de Informática do Interior estão capacitados a projetar, implantar e avaliar uma instalação de rede.

4.1 Tecnologias recomendadas

Dentre as tecnologias de LAN existentes, este documento recomenda para uso interno às edificações da USP, cobrindo uma larga faixa de aplicações, a utilização do padrão 802.3 do IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*), também conhecido como padrão Ethernet e as suas variações de alta velocidade (*fast* e *giga* ethernet), todas baseadas no método CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*).

Para aplicações multimídia emergentes que empregam reserva de banda e implementam CoS e QoS, respectivamente classe e qualidade de serviço, recomenda-se a utilização de ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), compatível com o padrão ATM-Forum UNI-3.1/4.0, utilizando-se como interface física o modelo OC-3 (155 Mbps) nas seguintes opções: preferencialmente cabo UTP categoria 5 ou alternativamente, fibra óptica multimodo .

NOTA:

A tecnologia FDDI (*Fiber Distributed Data Interface*) baseada no método de acesso *Token-Ring*, utilizada em algumas instalações da USPnet, não é recomendada em novas implementações. Algumas estações e equipamentos ainda utilizam esse padrão que, apesar de eficiente e dotado de recursos de redundância, apresenta alto custo e tem sido gradativamente substituído pelo *fast ethernet*.

4.2 Equipamentos

O mais simples dos equipamentos capazes de operacionalizar uma rede física, em concordância com as especificações anteriores, é conhecido como HUB que em conjunto com as placas de rede das estações, torna possível o intercâmbio de dados.

Os HUBs na USPnet devem ter características mínimas de desempenho, capacidade de empilhamento, gerenciamento por SNMP e de segurança, tais como proteção contra intrusão e contra interceptação.

Proteção contra intrusão significa que em cada porta do HUB só será permitida a ligação de estações com o endereço físico Ethernet (*MAC address*) configurado na porta do equipamento; proteção contra interceptação significa que um dado transmitido só será reconhecido e válido na porta configurada com o endereço físico Ethernet de destino (enviado junto com o cabeçalho da mensagem); nas demais portas a mensagem não é reconhecida evitando-se assim, a monitoração do tráfego.

Outros equipamentos podem ser utilizados em conjunto com, ou em substituição aos HUBs, quando existir a necessidade de melhor desempenho na transmissão, gerenciamento ou segurança. São diferenciados pela capacidade de processamento e pela camada do protocolo em que operam, sendo classificados como *Bridge, Switch, Router, Firewal, Probes,* etc. . No anexo deste documento encontram-se as especificações técnicas detalhadas de diversos dispositivos utilizados na implantação de LANs. Essas especificações incorporam os requisitos mínimos necessários; a configuração final de um equipamento contendo números e tipos de interfaces, memória, etc.. só será definida no projeto executivo.

4.3 Infra-estrutura e cabeamento

4.3.1 Requisitos de segurança da instalação :

Quando lidamos com projetos de cabeamento devemos considerar os efeitos de agentes propagantes de chama e de fumaça. Muitas instalações possuem espaços para o transporte de ar em sistemas de condicionamento ambiental pelo forro ou piso, conhecidos pelo termo em inglês, *plenum*. Assim, essas áreas possuem comunicação com diversos ambientes e são fontes propagantes de fumaça na ocorrência de um acidente. Para evitar catástrofes, existem técnicas e materiais adequados para serem aplicados nas instalações de cabeamento que iremos descrever:

- Cabos com capas externas do tipo *Plenum*; são capas em Teflon, ao invés do tradicional PVC, que apresentam diversas classificações NEC (*National Electric Code*) de acordo com a aplicação. Dessas, a especificação *Riser* indica que o cabo possui baixa propagação de chama na vertical sendo especialmente indicado para cabeamento tronco; para o cabeamento horizontal podem ser utilizadas as especificações CM ou CMX. Essas especificações são gravadas ao longo do cabo e especialmente nos cabos de origem americana e européia.
- Para os cabos ópticos existe uma classificação semelhante, onde se destaca a especificação OFNR - *riser* dielétrico e o OFNP – *plenum* dielétrico.
- Utilização de cabos ópticos *tigth buffer* ao invés de *loose*, que possui um tubo preenchido com gelatina à base de petróleo, sendo altamente inflamável. Pelo código NEC os cabos *loose* , utilizados principalmente em *backbones*, devem penetrar em uma edificação no máximo 15 metros sem o uso de tubulações.
- Utilização de *firestopping*, isto é, produtos que retêm o fogo e são facilmente removidos quando necessário. As áreas indicados para aplicação desses produtos são aberturas feitas para instalação de infra-estrutura em paredes ou piso (prumadas verticais, *shafts*, passagens feitas através dos ambientes pelas eletrocalhas, etc..). Existem em duas categorias: os mecânicos e não mecânicos. No primeiro caso, os produtos consistem de materiais anti-infiamáveis pré-manufaturados que se ajustam perfeitamente aos cabos, calhas ou eletrodutos existentes. No segundo caso, eles apresentam diversos formatos e texturas e adaptam-se a aberturas irregulares. Na segunda opção podemos destacar os seguintes produtos: *Fire Rated Mortar*, *Silicone Foam* e *Firestop Pillows*.

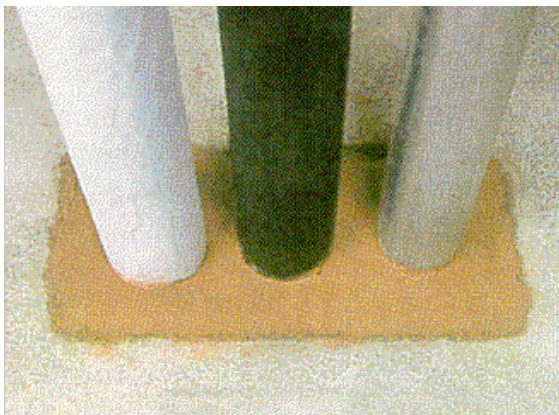



Figura 6 - *Silicone Foam* *Firestop Pillows*

4.3.2 Infra-estrutura:

A infra-estrutura, neste documento, representa o conjunto de componentes necessários ao encaminhamento e passagem dos cabos, para aplicações multimídia, em todo os pontos da edificação, assim como os produtos necessários à instalação dos componentes ativos do sistema que compõem uma rede local. Fazem parte dessa classificação os seguintes materiais: eletrocalhas, eletrodutos, caixas de passagem, gabinetes, suportes de fixação, buchas, parafusos, etc.

As edificações são dinâmicas, e durante a vida de um prédio são executadas diversas reformas, assim devemos almejar que um projeto de infra-estrutura seja suficientemente capaz de preservar o investimento e garantir condições técnicas de alterações e/ou expansões durante cerca de 15 anos.

Como existem diversas opções de arquitetura e engenharia utilizada na construção de um prédio, este documento descreverá o sistema mais utilizado no mercado e os principais requisitos da norma TIA/EIA 569-A de fevereiro de 1998.

Adotaremos como recomendação para o modelo básico de infra-estrutura o sistema composto por eletrocalhas e eletrodutos. Esse sistema de encaminhamento de cabos permite uma excelente flexibilidade e capacidade de expansão com custo reduzido, Outros sistemas como o de dutos de piso ou rodapé falso, ainda que atendam as normas TIA/EIA 569-A, não estão regulamentados neste documento e devem ser criteriosamente analisados, antes da execução do projeto, pois apresentam sérias desvantagens de expansão e podem, ainda, resultar em interferências e redução no desempenho nas redes locais instaladas.

A opção de piso elevado, utilizada geralmente em salas de processamento corporativo (antigos CPD), é uma excelente opção para locais com alterações constantes de *lay-out* e imprevisibilidade. Deverá atender à especificação do ítem 4.3 da TIA/EIA 569-A e o CCE e os CIs devem ser consultados para auxiliar no projeto.

Os eletrodutos e eletrocalhas a serem utilizados devem obrigatoriamente ser do tipo metálico rígido, dando preferência para tratamento com zincagem a quente (pós-zincagem) ou alternativamente, a frio (galvanização eletrolítica).

Todo o conjunto (eletrocalha, eletroduto e acessórios) deve ser aterrado em um único ponto ou seja, no(s) Armário(s) de Telecomunicações ou Sala de Equipamentos. O aterramento deverá atender aos requisitos da norma TIA/EIA 607 (*Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications*)

Caso seja opção da unidade, após a instalação, executar um acabamento alternativo com pintura em esmalte sintético ou similar, recomenda-se utilizar a cor cinza-escuro.

Orientações para projeto de infra-estrutura:

- Nos cálculos de projetos novos, considera-se que uma Área de Trabalho, correspondente a 10 m2, deva ser atendida por três cabos, embora somente dois cabos sejam necessários de início.

- Eletrodutos devem ser utilizados em locais com baixa densidade de cabos, ou em prumadas verticais. Assim, são recomendados para encaminhamento dentro das salas, a partir de uma derivação específica da eletrocalha. Não se utiliza bitola menor que 3/4" (2,10 mm). Deve-se evitar utilização de eletrodutos em

comprimentos superiores a 45 metros (com ou sem caixas de passagem). Caso isso ocorra deve-se optar por instalar eletrocalhas.

- As eletrocalhas são desenvolvidas para encaminhamento de cabos no sentido horizontal, chegada em Salas de Equipamentos, Armários de Telecomunicações e em alguns casos, até mesmo para prumadas verticais, desde que sejam dotados de um sistema satisfatório e seguro de travamento de suas tampas.

- Sempre que possível, a trajetória dos cabos deverá seguir a estrutura lógica das edificações. Isto significa que todos os cabos devem seguir a direção dos corredores. Quando houver necessidade de que uma parede seja transposta, é recomendado que os cabos passem por orifícios protegidos por eletrodutos ou calhas.

- Os cabos deverão entrar e sair das principais áreas em ângulos de 90 graus respeitando-se o raio mínimo de curvatura dos cabos; para cabos UTP o mínimo raio de curvatura deverá ser de 25 mm.

- Um segmento contínuo de eletrodutos não poderá ter comprimento superior a 30 metros e nesse mesmo intervalo não deve possuir mais do que duas curvas abertas de 90 graus. Caso esses valores sejam atingidos, deve-se instalar uma caixa de passagem ou condulete com tampa.

- Os pontos de telecomunicações nas Áreas de Trabalho devem ser instalados em locais sem obstrução, a uma altura mínima de 380 mm e máxima de 1.220 mm acima do piso acabado, sendo recomendada a altura de 1.220 mm. Deve-se coordenar o projeto de forma a manter as tomadas de energia próximas aos pontos, mas mantendo um afastamento seguro de aproximadamente um metro.

- Deve-se dar preferência a caixas de superfície, onde serão instalados os pontos de telecomunicações, produzidas pelos próprios fabricantes dos espelhos e tomadas RJ45. Essas caixas costumam ser ligeiramente maior (5 x 3 ") que os modelos nacionais (4 x 2 ") e foram desenvolvidas para evitar raios de curvatura excessivos, bem como manter uma sobra de cabos na caixa e capacidade para mais de uma tomada RJ45, sem prejuízo de desempenho.

4.3.2.1 Interferências eletromagnéticas

Para evitar potenciais interferências eletromagnéticas oriundas de circuitos elétricos, motores, transformadores, etc.. é objetivo primário do projeto prever uma separação mínima entre os cabos de telecomunicações e os circuitos elétricos.

Para evitar interferências eletromagnéticas, as tubulações de telecomunicações devem cruzar perpendicularmente as lâmpadas e cabos elétricos e devem prever afastamento mínimo de:

- 1,20 metros de grandes motores elétricos ou transformadores;
- 30 cm de condutores e cabos utilizados em distribuição elétrica;
- 12 cm de lâmpadas fluorescentes.

Os valores acima referem-se a circuitos elétricos de potência inferior a 5 KVA. Todas as tubulações citadas devem ser blindadas. Essa blindagem poderá ser obtida através de eletrocalhas fechadas e/ou eletrodutos (conduítes) metálicos; na montagem não deve haver descontinuidade elétrica entre o transmissor e o receptor, ou seja, não deve haver mistura de tubulações condutoras e isolantes na trajetória até a Área de Trabalho.

Para redução do ruído induzido oriundo de transformadores, motores, reatores etc.. deve-se adicionalmente executar os seguintes procedimentos:

- aumentar a separação física entre os cabos (afastamento das tubulações);
- os condutores dos circuitos elétricos (fase, neutro e terra) devem ser mantidos o mais próximos entre si (trançados, enrolados em fita ou braçadeiras);
- utilizar protetores de surto nos quadros elétricos;
- utilizar, para os cabos elétricos, tubulações metálicas interligadas a um terra eficiente;
- não manter os cabos de telecomunicações em tubulações não-metálicas ou com tampas abertas.

Essas recomendações podem não ser suficientes para a tubulação estar protegida de fontes de interferência. Pela ANSI/NFPA 708, artigo 800,recomenda-se o afastamento mínimo de 61 cm de qualquer cabo de energia.

Assim, neste documento recomendamos, quando possível, o afastamento padrão de 61 cm de cabos de energia de qualquer potência, mantendo obrigatório o afastamento mínimo 30 cm.

4.3.2.2 Eletrodutos

Para os eletrodutos recomenda-se o metálico rígido do tipo "pesado". Não devem ser aceitos tubos flexíveis.

Devem ser utilizadas apenas curvas de 90 graus do tipo suave. Não são permitidas curvas fechadas de 90 graus.

A tabela 4 apresenta a quantidade máxima de cabos UTP que podem ser instalados em eletrodutos. A menor bitola a ser utilizada deverá ser de 3/4" ou 2,10 cm. Estas quantidades são válidas para trajetórias onde existam no máximo duas curvas de 90 graus.

Tabela 4 - Capacidade de eletrodutos

Diâmetro do eletroduto em polegadas (mm)	**Qtde de cabos UTP ou cabo óptico d*uplex* (1) (2)**
¾" (21)	3
1" (27)	6
1 ¼" (35)	10
1 ½" (41)	15
2" (53)	20
2 ½" (63)	30
3" (78)	40

NOTAS:

(1) Cálculo baseado no diâmetro externo máximo de 6,3 mm para um cabo UTP e capacidade máxima permitida da Tabela 4.4-1 da TIA/EIA 569-A. Nessa tabela, o segmento de eletroduto tem comprimento máximo de 30 metros, duas curvas de 90 graus e taxa de ocupação de 40 %.
(2) Consideramos neste documento que os cabos de fibra óptica *duplex* apresentam o mesmo diâmetro externo de um cabo UTP.

Para a instalação de um sistema de eletrodutos deve-se, obrigatoriamente, utilizar as derivações e seus acessórios tais como curvas, buchas, arruelas, etc.. Para a fixação dos eletrodutos junto às paredes deve-se utilizar braçadeiras, sendo recomendável as do tipo "D" e manter afastamento máximo de 1 metro entre as mesmas.

4.3.2.3 Eletrocalhas

Para as eletrocalhas recomenda-se preferencialmente as do tipo lisa com tampa que evitam o acúmulo de sujeira. Não se deve instalar eletrocalhas acima de aquecedores, linhas de vapor ou incineradores.

Tabela 5 - Capacidade de eletrocalhas

Dimensão da eletrocalha (largura x altura em mm)	**Qtde de cabos UTP ou cabo óptica *duplex* (1) (2)**
50 x 25	25
50 x 50	40
75 x 50	60
100 x 50	80

NOTAS:

(1) Cálculo baseado no diâmetro externo máximo de 6,3 mm para um cabo UTP e capacidade máxima permitida por ensaio com taxa de ocupação de 50 %.
(2) Os cabos de fibra óptica *duplex* geralmente podem ser considerados com a mesma dimensão de um cabo UTP.

Para a instalação de um sistema de eletrocalhas, deve-se, obrigatoriamente, utilizar as derivações (curvas, flanges, "Ts", desvios, cruzetas, reduções etc..) nas medidas e funções compatíveis. Obrigatoriamente essas derivações devem ser do tipo suave, não contendo ângulos agudos que superem o mínimo raio de curvatura dos cabos, prejudicando o desempenho do sistema. A figura 7, ilustra os diversos tipos de derivações existentes.

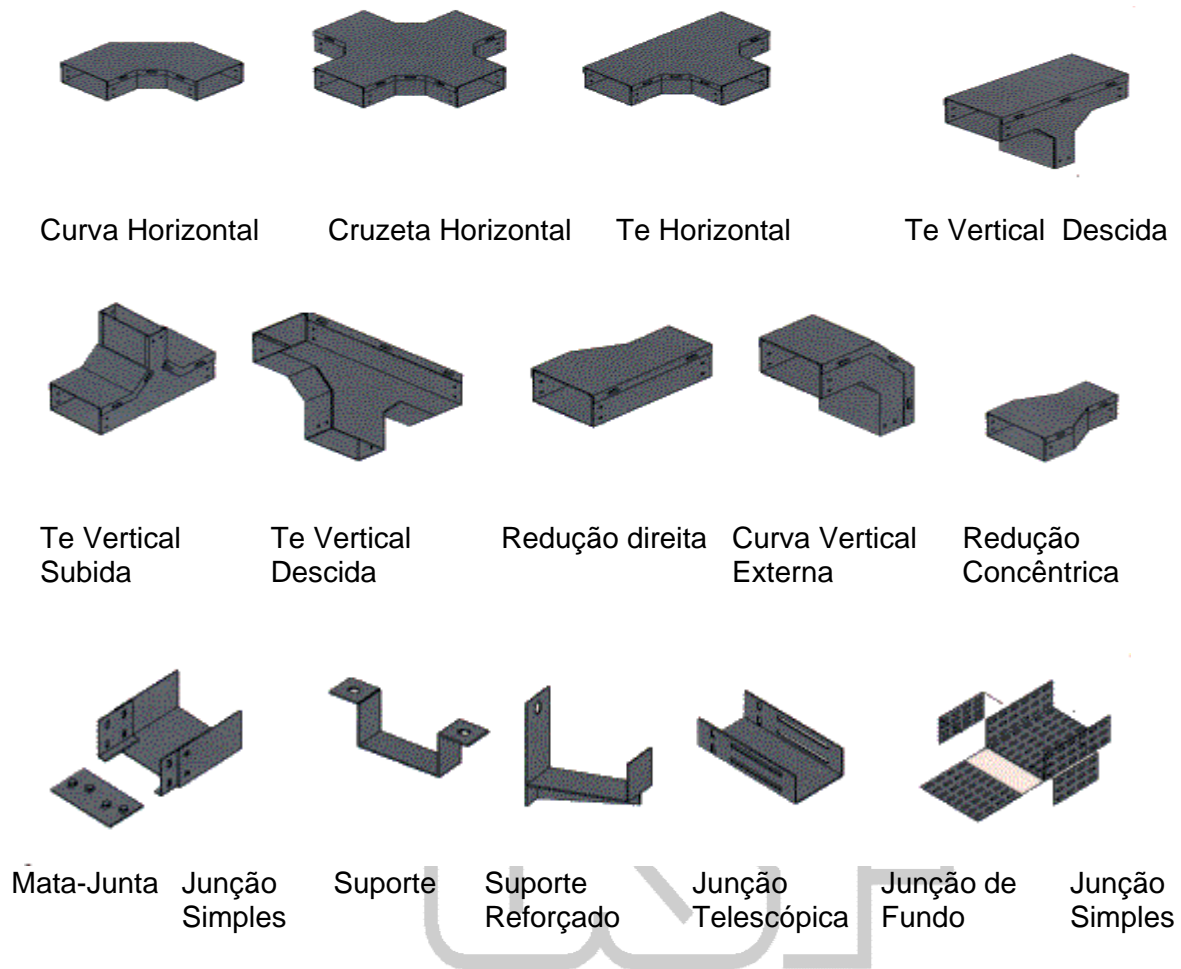



Figura 7 - Derivações para eletrocalhas encontradas no mercado

Para a fixação das eletrocalhas existem várias dispositivos, destacando-se os ganchos suspensos e a mão francesa. A distância entre os suportes não deve ser superior a 2 metros.

Se a estação de trabalho se encontra em área onde existe circulação ao redor do equipamento, recomenda-se a utilização de poste ou coluna de tomadas, conforme a figura 8. O ponto de alimentação é obtido das eletrocalhas instaladas no teto. O travamento mecânico da coluna deve ser executado no piso e no teto. Essa coluna deve ser construída em material metálico e deve possuir canaleta própria para elétrica e telecomunicações.

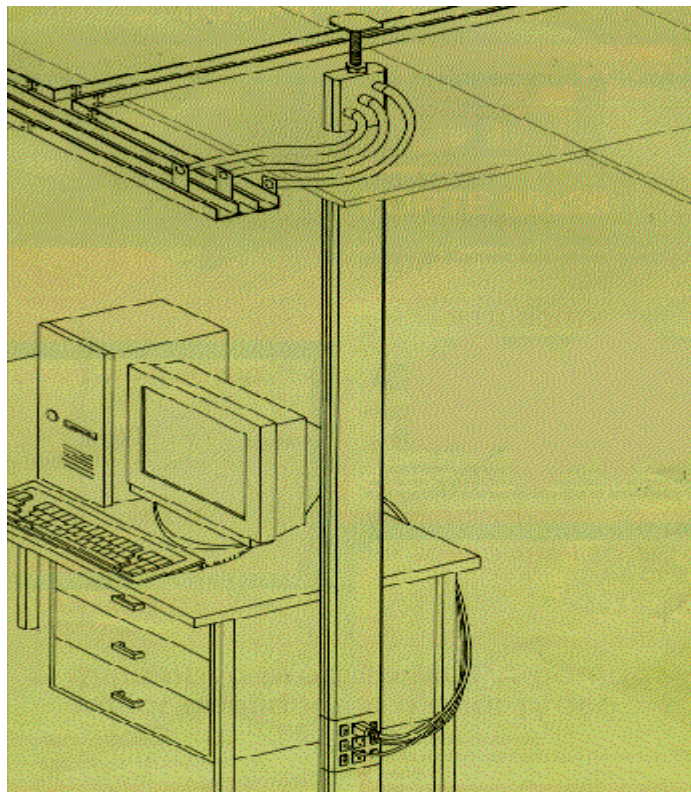



Figura 8 - Coluna de tomadas

NOTA :

Existem sistemas de encaminhamento mecânico para cabos (leitos ou calhas) feitos de aramado leve ou semi-pesado, que proporcionam excelente acabamento e alta flexibilidade, pois é possível moldar todos os acessórios a partir do produto básico. Esses sistemas (figura 9) podem ser utilizados como sistema de encaminhamento de cabos, mas sua utilização deve ser criteriosamente analisada pois eles não oferecem uma blindagem completa.

Figura 9 - Sistema de encaminhamento de cabos em aramado leve

4.3.2.4 Ganchos de Sustentação

Os cabos instalados sobre forro falso, que cruzam grandes extensões sem derivações, podem ser instalados através de ganchos espaçados de no máximo 1,50 metros; nesses ganchos, os cabos serão apoiados e travados por um processo que evite o seu esmagamento ou compressão excessiva, conforme consta no ítem 5.4.1.

4.3.2.5 Gabinetes ou *Racks*

Dentro das Salas de Equipamentos ou nos Armários de Telecomunicação, os componentes ativos e passivos de uma rede local devem ser montados em uma estrutura adequada, de forma a propiciar uma boa capacidade de gerenciamento da rede física, reduzindo sensivelmente os custos de expansão e alterações.

Nessa direção, os gabinetes ou *racks* desempenham função primordial na criação da estrutura básica de organização do espaço. Eles são construídos em alumínio ou chapa de aço com pintura eletrostática. Todos apresentam a largura útil de 19" (padrão EIA 310-D) onde os equipamentos e acessórios de cabeamento são instalados. A dimensão vertical útil desses produtos usualmente é dada por uma unidade de altura (UA) que vale 43,7mm. Geralmente, todos os materiais instalados (componentes ativos e passivos) são baseados na escala de UA, permitindo um melhor dimensionamento.

Existem basicamente três tipos: fechados, abertos e *brackets* conforme podemos observar na figura 10.

O primeiro tipo, fechado, também conhecido como gabinete, é utilizado geralmente em locais de acesso controlado (secretarias, laboratórios, salas de computação etc..) ou em áreas públicas internas às edificações e são instalados em corredores, escadas, halls, etc.. Suas dimensões variam de 12 a 44 UA.

Características principais:

- estrutura em aço composta por quatro colunas e quadros superior e inferior
- tampo superior e fechamentos laterais com ventilação, removíveis;
- pés niveladores, porta frontal em acrílico transparente com chave;
- segundo plano de fixação, régua de tomadas elétricas, unidade de ventilação e trilhos de sustentação.

O segundo tipo, aberto, ou também conhecido como *rack* deve ser utilizado exclusivamente em salas de acesso restrito (p.ex. antigas salas de PABX), Salas de Equipamentos e Armários de Telecomunicações. Suas características tornam a montagem bastante simplificada e possibilitam uma excelente troca térmica com o ambiente, não necessitando de unidade auxiliar de ventilação. Suas dimensões variam de 10 a 44 UA. Recomenda-se não instalar *racks* com dimensões inferirores a 36 UA.

Esses dois primeiros tipos são instalados diretamente no piso, de acordo com a suas dimensões (ou capacidade de pontos), mas existe opção de instalação em parede. Nesse caso, deve-se prever uma estrutura adequada, que facilite a montagem dos painéis e equipamentos (planos basculantes, extensores com dobradiças, suportes, etc..) mantendo uma estabilidade adequada.

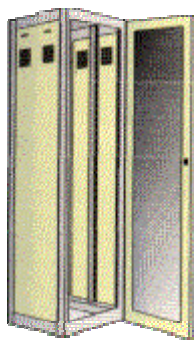
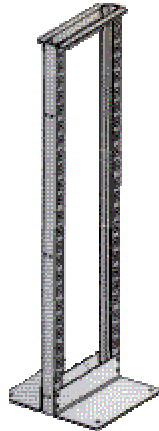
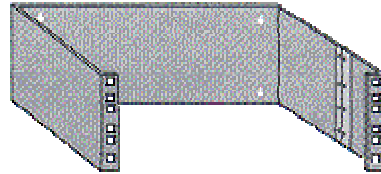
O terceiro tipo, *bracket* ou *subrack* é instalado somente em paredes e deve ser utilizado em áreas de acesso controlado, com pequena densidade de cabos horizontais. Constitui-se de uma chapa de aço em forma de "U" com altura de 3 a 6 UA e largura padrão de 19 ". A profundidade útil deve ser de, no mínimo, 350 mm de forma a aceitar alguns tipos de equipamentos de rede (HUBs , *desktop switch*, modems ou roteadores de acesso).

Gabinetes *Rack* *Bracket*

Figura 10 - Tipos de gabinetes ou *racks*

Como regra de projeto, em locais onde sejam necessários esses dispositivos, deve-se dimensionar a ocupação máxima de pontos de telecomunicações prevista na região utilizando o fator mínimo de 3 pontos por cada 10 m2 de Área de Trabalho apesar de serem utilizados inicialmente apenas dois cabos.

Os dois primeiros tipos podem atender a um grande número de pontos de telecomunicações. Já o terceiro (*bracket*), deve ser utilizado em locais onde a capacidade não seja superior a 48 pontos.

No dimensionamento dos produtos deve-se levar em conta os seguintes fatores :

- número total de pontos previsto de acordo com o fator mínimo adotado;
- dimensões dos equipamentos de LAN a serem instalados, em UA;
- outros equipamentos (modems, *no-break*, ventiladores etc.).

Com o auxílio da tabela 6, podemos calcular a altura útil da estrutura. Para isso, devemos quantificar cada produto que irá ser instalado e multiplicar pela UA requerida pelo produto; o campo "regra" serve para auxiliar na escolha ou quantificação do produto. A coluna em branco a direita, serve para quantificar o total de UA gasto por produto instalado; caso sejam utilizados outros produtos, verificar a altura dos mesmos e converte-la em UA (1 UA= 43,7 mm). O número total de UA previsto deverá ser a soma total de cada elemento acrescido de uma margem de 10% ou no mínimo, 4UA.

Tabela 6 - Cálculo de unidades de altura (UA) necessários para dimensionamento:

Produto a Instalar	Regra	UA / produto	UA total
Painel de conexão	Capacidade 24 pontos	1	
Organizador horizontal	1 para cada 24 pontos	1	
Unidade de ventilação	Verificar temp. dos eqptos	1	
HUB 24 portas c/ger,	Mínimo 1 por local	1	
Ethernet *switch* depto	Segmentar o tráfego da LAN	1	
Roteador de acesso	Unidades externas	1	
Modems	Junto ao roteador	1	
Expansão	(10% ou 4UA)		
	TOTAL GASTO		

4.4 Estrutura mínima exigida para as LANs na USPnet

Como resumo dos padrões anteriores, sintetizamos os componentes mínimos necessários em qualquer rede local na USPnet. Os detalhamentos de cada ítem fazem parte deste documento e devem obrigatoriamente ser consultados.

- método de acesso CSMA/CD, rede local IEEE 802.3 (ethernet) e suas variações de alta velocidade;
- topologia da rede física em estrela hierárquica com um nível;
- rede física com estruturação TIA/EIA 568-A em par-trançado, 4 pares 100 ohms;
- utilização de painéis de conexão, cabos, tomadas RJ45 e outros componentes de cabeamento compatíveis com TIA/EIA 568-A cat 5e *Power Sum NEXT*,
- codificação de pinagem em conformidade com T568-A;
- infra-estrutura exclusiva para encaminhamento e proteção de cabos;
- utilização de gabinetes, *racks* e *brackets* para a instalação dos componentes;
- testes de certificação e desempenho da rede física obrigatórios;
- documentação da rede lógica e física (*as-Built*) obrigatório;
- projeto lógico e físico levando em conta flexibilidade de crescimento e de alterações, utilízando-se para dimensionamento a regra básica de 2 pontos por 10 m2 de Área de Trabalho;
- utilização de equipamentos empilháveis e gerenciáveis.

4.5 Regras de transição para as edificações que já possuem LANs instaladas

4.5.1 Gerais:

Prédios que já possuem rede local serão estudados caso a caso, procurando-se obter a melhor solução do problema, visando adequação aos padrões propostos neste documento. Caso esse prédio possua redes administrativas e científicas, deverão ser respeitadas as regras anteriormente estabelecidos para a **recad.**

1. Ainda que existam segmentos não estruturados ou em outras mídias na rede do prédio, para as expansões, ampliações ou novas áreas a serem atingidas recomenda-se utilizar os materiais em concordância com este documento e uma topologia em estrela de um nível. Dentre os materiais obrigatórios, destacamos:

- cabos UTP categoria 5e,
- acessórios (painéis, cabos de manobra, tomadas, etc..) categoria 5e *Power Sum NEXT*;
- montagem em gabinetes, *racks* ou *brackets*;
- encaminhamento de cabos através de tubulações metálicas.

2. Para gerenciamento e manutenção da USPnet, o primeiro equipamento de LAN interno ao prédio (núcleo da LAN), interligado ao *backbone* (fibra ou roteador), deverá possuir gerenciamento SNMP versão II.

3. Harmonizar as instalações antigas em cabo de par-trançado com as novas através de teste de certificação. Caso a parcela da rede que esteja nessa situação passe nas novas especificações de teste (vide ítem específico) os mesmo podem ser montados junto ao painel de conexão das novas instalações, caso contrário, manter em painel separado com uma identificação de desempenho máximo.

4.5.2 Redes administrativas (**recad**) :

1. Qualquer segmento de rede em que trafeguem dados dos sistemas administrativos corporativos não poderá se utilizar de meio físico compartilhado na topologia em barramento como é o cabo coaxial.

2. Qualquer segmento da rede **recad** de uso compartilhado obrigatoriamente deverá possuir componentes ativos que garantam a proteção contra interceptação de mensagens e, estar operando com habilitação.

3. Deverá ser prevista para expansão da **recad**, uma reserva de 50% sobre a quantidade de portas em uso em cada HUB instalado, observando a quantidade mínima de uma porta por HUB. A utilização das portas nos equipamentos deverá obedecer ordem crescente de numeração das portas.

4.5.3 Redes Científicas e outras redes :

1. As redes que não atendam ao padrão lógico (p.ex. token-ring), físico (p.ex. cabos coaxiais, cabeamento não estruturado) ou topologia (barramento em estrela com hierarquia superior a um nível) deste documento devem obrigatoriamente ser integradas a partir do primeiro equipamento existente no prédio (núcleo da LAN). Dessa forma, haverá um ponto único de interconexão do sistema existente e as novas estruturas, o que favorece o diagnóstico e o isolamento de falhas.

2. Utilização de concentradores locais: a prática da instalação de distribuidores locais em salas de média densidade (*mini-hubs*) não é recomendada por este documento. Com o surgimento da norma TSB-75, que permite a instalação de tomadas múltiplas e cabos de estações maiores que 3 metros, esse método de atendimento a locais com mudanças constantes deveria ser adotado em substituição à técnica de instalação de equipamentos distribuídos.

3. Os HUBs instalados pela **recad** podem ser utilizados pela rede científica. A única restrição é que as portas sejam ocupadas por estações de trabalho e que sejam habilitadas a partir de endereços físicos ethernet (*MAC address*) definidos. A sequência de ocupação das portas do equipamento deverá ser iniciada pela porta número 24 em ordem decrescente. Para a habilitação dessas portas o usuário deve contatar o CCE ou os CIs informando o endereço físico da estação a ser interligada.

5. Recomendações Práticas

5.1 Rede Elétrica

Apesar de existir uma regulamentação específica para esse tópico, este documento tratará apenas de listar alguns procedimentos mínimos recomendados na área de energia elétrica, para assegurar qualidade e confiabilidade em uma rede local:

- aterramento da rede elétrica integrado em topologia estrela incluindo os terras de telecomunicações existentes;
- fio terra maior ou, no mínimo, de mesma bitola que os fios de energia;
- fio terra dos equipamentos com comprimento inferior a 6 metros;
- circuito elétrico para os equipamentos de rede exclusivos para equipamentos de informática, com aterramento e proteção por disjuntores;
- tomadas que obedeçam à norma NEMA 5-15P (tomada para microcomputador);
- em locais onde haja alta incidência de raios recomenda-se, como proteção primária, a utilização de protetores de surtos de estado sólido, combinados ou não com tubos de gás e, como proteção secundária, filtros de linha. Nesses casos, um terra com excelente qualidade é absolutamente necessário;
- junto aos equipamentos de rede com processadores internos (HUBs gerenciáveis, *switchers*, roteadores, etc.) recomenda-se o uso de UPs estáticos (*no-break*) sendo obrigatória a utilização de baterias seladas.

A escolha e cálculo de circuitos elétricos, condicionadores de linhas, protetores ou UPS não é do escopo deste documento.

5.2 Instalação de gabinetes, *racks* e *brackets*:

5.2.1 Práticas gerais:

O encaminhamento dos cabos até os gabinetes, através de eletrocalhas, deverá obrigatoriamente ser terminado por uma flange. Essas flanges serão utilizadas sempre que uma eletrocalha convergir ao gabinete de qualquer direção (de cima, de baixo, da esquerda ou direita).

Obrigatoriamente, junto ao(s) furo(s) executado(s) no(s) tampo(s) do gabinete, deverá ser instalada uma fita protetora que envolva a chapa metálica e evite danos aos cabos.

Recomenda-se, sempre que possível, o encaminhamento vertical por cima, e caso seja necessário transpor o piso, uma segunda saída pela parte inferior do gabinete.

No caso de encaminhamento por eletrodutos, o acabamento junto ao gabinete deve ser obrigatoriamente implementado utilizando-se buchas e/ou arruelas, garantindo ótimo acabamento e evitando áreas que possam danificar os cabos.

5.2.2 Instalação no piso (Gabinetes e *Racks*):

Para os gabinetes, a parte traseira e pelo menos uma das laterais poderão ser encostadas em paredes, mas deverá ser mantido um afastamento nas faces restante de no mínimo um metro de qualquer obstáculo conforme figura 11.

Quando dois gabinetes forem instalados, as laterais podem estar próximas formando um conjunto único mas a tampas dessas laterais devem ser removidas. Para mais de

dois gabinetes, deve-se obrigatóriamente afastar a parte traseira da parede de no mínimo 1 metro.

Para os *racks* , deverá ser mantido um afastamento traseiro, frontal e de pelo menos uma das laterais de no mínimo um metro de qualquer obstáculo.

Quando forem necessários a instalação de dois ou mais *racks,* existem duas alternativas: a preferencial, será instalar os *racks* lado a lado, mantendo o alinhamento da base. A alternativa será a instalação enfilerada; nesse caso, o afastamento entre as estruturas deverá ser de dois metros.

5.2.3 Instalação em parede (todos os tipos):

Recomenda-se não instalar gabinetes com altura superior a 12 UA (584 mm) em paredes.

Tomando como referência a parte inferior do produto, a faixa admissível para a instalação em parede deverá estar entre 1,30 m e 1,70 m acima do piso acabado.

A altura recomendada para a instalação é de 1,60 m tendo como base o centro do produto, conforme ilustra a figura 11.

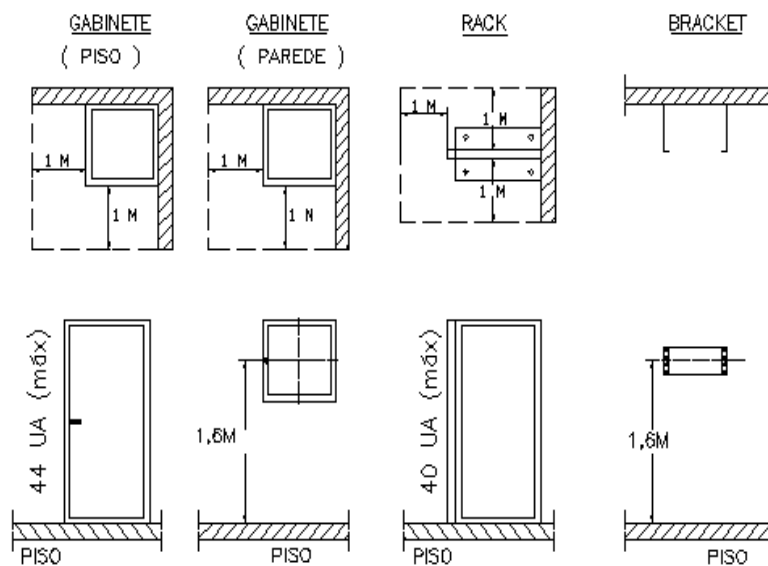



Figura 11 - Medidas recomendadas para instalação de gabinetes, *racks* e *brackets.*

5.3 Infra-estrutura

É proibida a utilização da infra-estrutura de encaminhamento de cabo para a passagem de cabos de energia elétrica. Outros cabos de sinal (som, alarmes, sinalização, etc.) devem ser previamente submetidos ao CCE e aos CIs para aprovação, sendo necessário fornecer as especificações técnicas (tensões, correntes, interfaces, meio físico, nível de radiação eletromagnética, etc..) do sistema a ser implantado.

Por solicitação da Divisão de Telecomunicações - DTE - a utilização da tubulação telefônica implantada nas edificações para a passagem de cabos de rede local está proibida, devido à necessidade de se manter condições de expansão dos serviços de voz. Os casos especiais (museus, edifícios tombados pelo patrimônio histórico, etc..) devem ser tratados em conjunto pela unidade, DTE, CCE ou CIs.

5.4 Encaminhamento dos cabos e montagem (conectorização)

5.4.1 Práticas para o encaminhamento dos cabos :

Inspecione as tubulações antes da passagem dos cabos para encontrar pontos de abrasão. Instale previamente um guia para o encaminhamento dos cabos. Se necessário, use lubrificante de cabos ou sabão neutro para auxiliar no deslizamento.

Procure instalar múltiplos cabos pela tubulação. Para isso, alinhe os cabos a serem puxados e, com uma fita isolante, trave o guia e os cabos por um comprimento de 20 a 25 cm. Após a passagem pelos tubos, despreze (corte) cerca de 50 cm da ponta desses cabos. Para comprimentos maiores, utilize os pares internos na amarração.

Nos cabos ópticos, utilize o elemento de tração e/ou o *kevlar* (cordões "plásticos" amarelos) para travamento do guia. Após a instalação, despreze cerca de 1 metro do cabo óptico.

Preliminarmente à passagem dos cabos, deve ser feita uma numeração provisória com fita adesiva nas duas extremidades para identificação durante a montagem.

Na instalação dos cabos deve-se evitar o tracionamento de comprimentos maiores que 30 metros. Em grandes lançamentos (maiores que 50 metros) recomenda-se iniciar a passagem dos cabos no meio do trajeto em duas etapas. As caixas ou bobinas com os cabo devem ser posicionadas no ponto médio e dirigidas no sentido dos Armários de Telecomunicação e em seguida às Área de Trabalho.

Durante o lançamento do cabo não deverá ser aplicada força de tração excessiva. Para um cabo UTP categoria 5e, o máximo esforço admissível deverá ser de 110 N, o que equivale, aproximadamente, ao peso de uma massa de 10 Kg. Um esforço excessivo poderá prejudicar o desempenho do cabo conforme figura 12.

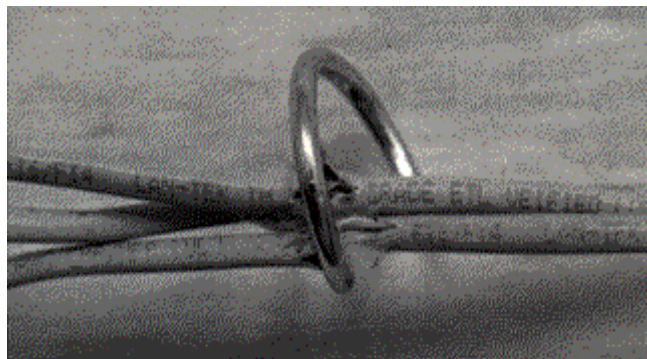



Figura 12 - Capa externa rompida (incorreto)

O raio de curvatura admissível de um cabo UTP categoria 5e deverá ser de, no

mínimo, quatro vezes o seu diâmetro externo ou 30 mm. Para cabos ópticos, como regra geral esse valor é de 10 vezes o diâmetro do cabo ou não inferior a 30 mm. Nesses casos o manual do fabricante deve ser consultado pois existem variações significativas. As figuras 13 e 14 ilustram os procedimentos incorretos enquanto a figura 15 apresenta o procedimento correto de instalação.

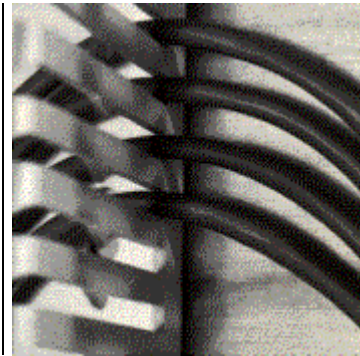
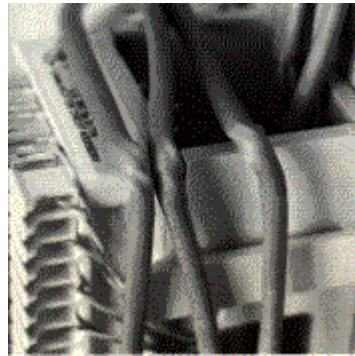
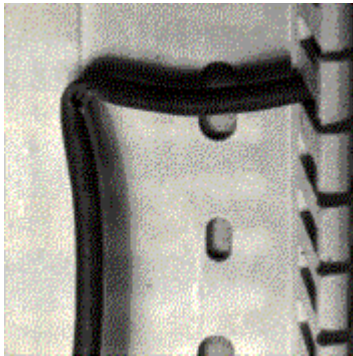



Figura 13 - (Incorreto) Figura 14 - (Incorreto) Figura 15 - (Correto)

Devem ser deixadas sobras de cabos após a montagem das tomadas, para futuras intervenções de manutenção ou reposicionamento. Essas sobras devem estar dentro do cálculo de distância máxima do meio físico instalado.

- nos pontos de telecomunicações (tomadas das salas) 30 cm para cabos UTP e 1 metro para cabos ópticos.
- nos armários de telecomunicações: 3 metros para ambos os cabos.

Dentro das eletrocalhas os cabos UTP devem ser instalados antes dos cabos de fibra óptica. Deve-se também ocupar um dos lados da calha evitando posicionar os cabos no centro.

Os cabos não devem ser apertados. No caso de utilização de cintas plásticas ou barbantes parafinados para o enfaixamento dos cabos, não deve haver compressão excessiva que deforme a capa externa ou tranças internas (figura 16). Pregos ou grampos não devem ser utilizados para fixação (figura 17). A melhor alternativa para a montagem e acabamento do conjunto é a utilização de faixas ou fitas com velcro. (figura 18)

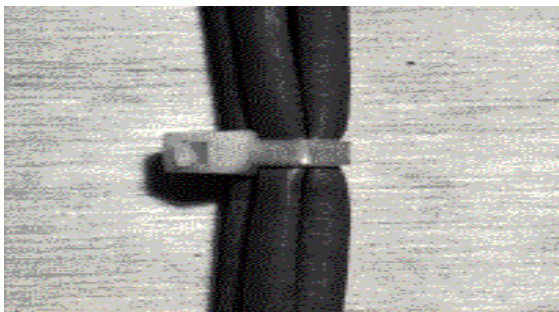



Figura 16 - Cabo estrangulado (incorreto) Figura 17 - Cabo amassado (incorreto)

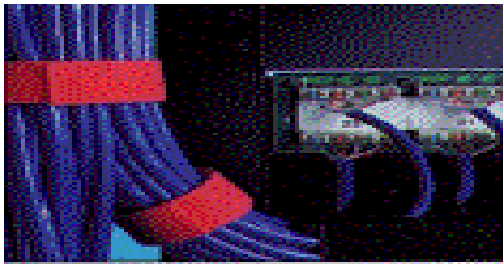



Figura 18 - Cabos unidos com velcro (correto)

5.4.2 Terminação dos painéis e pontos de telecomunicações :

Para o cabos de par-trançado, o padrão de codificação de cores dos pares e os pinos dos conectores RJ-45 8 vias adotado será o T568A conforme indica a tabela 7.

Tabela 7 – Codificação de pares conforme T568A

Pino do conector RJ-45	Cor da capa do fio	Par da T568A
1	Branco/verde	3
2	Verde	3
3	Branco/laranja	2
4	Azul	1
5	Branco/azul	1
6	Laranja	2
7	Branco/marrom	4
8	Marrom	4

Para o conector RJ-45 fêmea (“tomada”) a distribuição dos pinos é idêntica para qualquer fabricante, conforme ilustra a figura 19. Já o local da terminação isto é, o ponto onde os fios do cabo UTP são interligados ao produto, geralmente é implementado através de um conector IDC 110, cuja disposição é dependente do fabricante. Nesses casos, deve-se observar atentamente o manual de instalação ou as legendas existentes no produto.

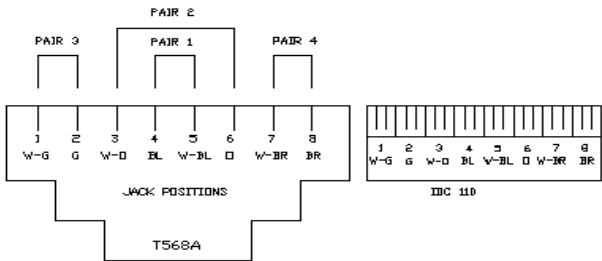



Figura 19 - Identificação dos pares de uma tomada RJ45 e de um conector IDC 110

Nos casos onde essa terminação é provida pelo sistema IDC 110 ou Krone, faz-se necessária a utilização de uma ferramenta de inserção e corte específica (*punch down impact tool*) (figura 20). Outros sistemas existentes podem requerer ferramentas ou dispositivos proprietários que devem ser adquiridos em conjunto com os produtos. Para a retirada da capa externa dos cabos UTP e alguns cabos ópticos existem ferramentas especiais (*stripping tools*) que possuem a abertura específica para o diâmetro dos cabos que mantém a capa dos pares internos preservados (figura 21).

Figura 20 - Ferramenta de corte/inserção

Figura 21 – Ferramenta de descascar

Na terminação dos cabos, para assegurar o desempenho de transmissão categoria 5e *Power Sum Next* , deve-se manter o cabo com os pares trançados. Assegure-se de que não mais de 13 mm dos pares sejam destrançados nos pontos de terminação (painel de conexão e tomada de parede) conforme figura 22. Deve-se preservar o passo da trança idêntico ao do fabricante para manter as características originais e, dessa forma, manter sua compatibilidade elétrica que assegure o desempenho requerido.

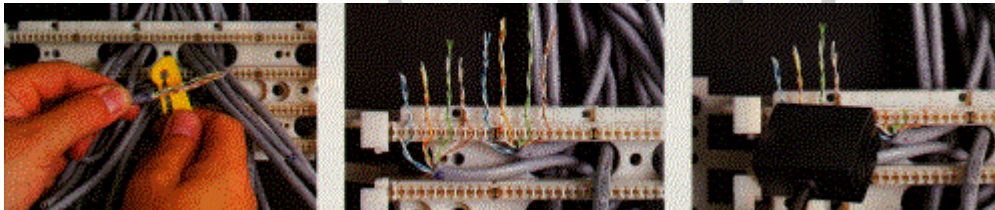



Figura. 22 – Sequência de instalação de cabos UTP. Observar o comprimento de pares destrançados limitado ao máximo de 13 mm.

5.5 Instalação de cabos ópticos

Os cabos de fibras ópticas não sofrem interferências eletromagnéticas, mas cuidados referentes ao raio de curvatura mínimo, tracionamento do cabo, e distância máxima entre os ganchos de sustentação devem ser tomados, respeitando as especificações do cabo utilizado em cada caso. Além disso, pode-se utilizar cabos híbridos onde existem, dentro de um mesmo encapsulamento, dois cabos UTP e um cabo óptico duplex . Neste caso, os cuidados são semelhantes aos utilizados em cabos UTP.

Os cabos ópticos de distribuição, isto é, com 6 ou mais fibras, devem ser terminados em quadros de distribuição óptica (QDO) conforme ilustra a figura 23. Esses quadros são instalados em paredes à altura de 1.220 mm do piso acabado. Para cabos com um ou dois pares de fibra recomenda-se a instalação em caixas de superfície semelhantes as utilizadas em Áreas de Trabalho (figura 24).

A partir dessas caixas ou quadros, devem ser instalados cordões ópticos até os equipamentos. As caixas de terminação óptica devem possuir acopladores ópticos tipo ST (IEC 874-14 type BFOC/2.5). Qualquer outro conector deverá ser provido por meio de cordão de transferência no comprimento de 3 metros:

- para ethernet : cordão *duplex* ST-ST;
- para *fast* ethernet: cordão *duplex* ST-SC;
- para *gigabit* ethernet: cordão *duplex* ST-SC;
- para FDDI: cordão *duplex* ST-MIC;
- para ATM: cordão *duplex* ST-SC.

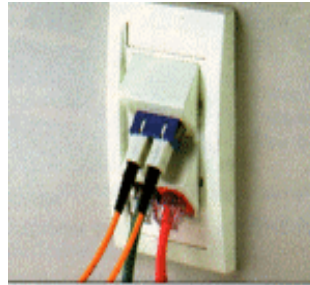
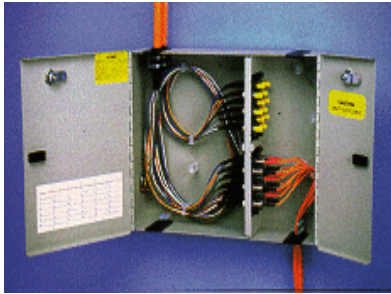



Figura 23 - Quadro de distribuição óptica

Figura 24 - Caixa de superfície para fibra

5.6 Certificação do Cabeamento

Após a terminação dos cabos (conectorização), o meio de transmissão deverá ser certificado, isto é, será emitido um relatório contendo uma sequência padronizada de testes que garanta o desempenho do sistema para transmissão em determinadas velocidades.

O conjunto de testes necessários para a certificação do cabeamento e seus acessórios (painéis, tomadas, cordões, etc.) será feito por equipamentos de testes específicos (*hand-held certification tools*, *cable tests* ou *cable analizer*) para determinar as características elétricas do meio físico; os parâmetros coletados são processados e permitem aferir a qualidade da instalação e o desempenho assegurado, mantendo um registro da situação inicial do meio de transmissão.

É obrigatório que todos pontos de uma rede local na USPnet sejam testados e certificados na fase de instalação, e que os resultados sejam guardados com cuidado, pois serão de grande valia quando possíveis problemas de degradação da rede vierem a ocorrer.

5.6.1 Cabos UTP:

A certificação do cabeamento UTP da rede local deverá estar em conformidade com os requisitos da TIA/EIA TSB-67 (*Transmisson Performance Specification for Field Testing of Unshielded Twisted-Pair Cabling*). Para isso, o equipamento de teste e a metodologia utilizada deverão estar em conformidade com os requisitos desta norma e operar com precisão de medida nível II.

O equipamento de teste deverá obrigatoriamente operar com a última versão do sistema operacional do fabricante para aquele modelo/versão.

Os parâmetros a serem medidos para classificação do cabeamento são os seguintes:

- Comprimento do cabeamento, por meio de técnica de TDR (reflexão de onda);
- Resistência e capacitância;
- *Skew*;
- Atraso de propagação (*Propagation Delay*);
- Atenuação *Power Sum*;
- *Power Sum Next*;
- Relação Atenuação/Diafonia *Power Sum* (PSACR);
- PS ELFEXT
- Perda de retorno (*Return Loss*);
- Mapeamento dos fios (*Wire Map*);
- Impedância;
- Desempenho da ligação básica nível II (*Basic Link Performance – Level II*);
- Desempenho do canal – nível II (*Channel Performance - Level II*).

A medição deverá obrigatoriamente ser executada com equipamento de certificação que possua injetor bidirecional (*two-way injector*) onde os testes são executados do ponto de teste para o injetor e do injetor para o ponto de teste, sem intervenção do operador. A configuração do testador deverá conter os seguintes parâmetros:

- ligação básica (*basic link*);
- padrões TIA/EIA 568-A categoria 5e;
- NVP (*Nominal Velocity of Propagation*) do cabo instalado;
- ACR *derived*.

Caso não se conheça o valor do NVP, deve-se inicialmente executar um teste para determinar o seu valor, pois vários parâmetros são dependentes do valor correto do NVP.

Certificação:

Um segmento de cabo UTP com terminação nas pontas será considerado certificado quando o resultado do aparelho for "aprovado" (*Pass*), não sendo admitidos resultados marginais, isto é, muito próximos dos parâmetros mínimos da norma. Para medida dessa qualidade será tomado como referência o índice de desempenho criado pela Microtest conhecido como QB (*Quality Bands*).

Cada QB é superior a 3dB (o dobro da potência) do limite anterior, iniciando-se pelo limite imposto pela TSB-67, tomando como referência as medidas de PSNEXT dentro de uma faixa dinâmica que atinge até 100 MHz.

A figura 25 ilustra as bandas e uma medição como exemplo. Nesse caso o índice de desempenho (QB) atingido será igual a 3.

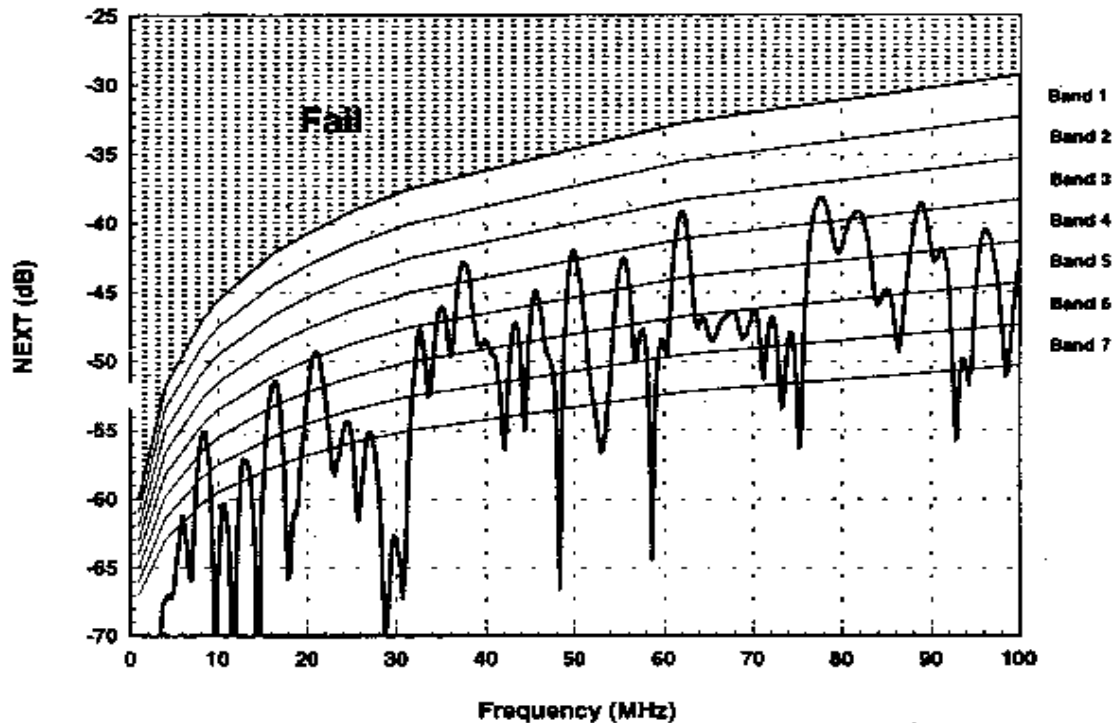



Figura 25 – Bandas de qualidade para medidas de PSNEXT.

Neste documento, o valor mínimo aceitável para o índice de desempenho de uma ligação básica será de QB igual a 2.

Toda a rede será considerada certificada quando obrigatoriamente TODOS os pontos daquela rede forem certificados de acordo com a metodologia acima descrita.

Observação Importante: Alerta-se que a imputação de resultados não satisfatórios aos equipamentos de teste utilizados não devem ser aceitas. Cuidado especial deve ser tomado em relação ao teste de NEXT e PSNEXT em segmentos de rede de comprimento menor do que 30 metros.

5.6.2 Fibra óptica :

Esse ítem refere-se ao procedimento de teste de um segmento óptico. Um segmento óptico (*optical link*) é definido como um conjunto de componentes passivos entre dois painéis de conexão; assim, ele é composto de cabo cabo óptico, conectores e eventualmente , emenda óptica.

O principal parâmetro a ser medido no teste de um segmento óptico é a atenuação.

Outros parâmetros relevantes (descontinuidade das fibras, distâncias, pontos de emenda, perdas individuais e curva de atenuação) devem ser obtidos com o OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*). Neste documento que trata de redes locais não é obrigatória a emissão de relatório com esse equipamento, a menos que algum problema tenha ocorrido durante a instalação.

Para cada tecnologia e método de acesso, existe um valor máximo de perda óptica (*optical power budgets*) que deverá ser respeitado, que deve fazer parte do projeto inicial. Os testes servem para certificar as condições iniciais do segmento após a instalação.

Se o segmento é composto pela concatenação de dois ou mais segmentos, a atenuação resultante será a soma das atenuações que fazem parte dos segmentos individuais. A atenuação será dada pela fórmula:

Atenuação do segmento = atenuação no cabo + atenuação no conector + atenuação na emenda (se existir).

Para as distâncias superiores a 100 metros, a atenuação do segmento óptico não é a mesma em um determinado comprimento de onda. O sentido de medição também pode alterar o valor da atenuação.

Neste documento, devido as distâncias envolvidas, a atenuação ponto a ponto será medida e documentada em um sentido apenas, mas nos seguintes comprimentos de onda de acordo com o tipo de fibra e distância:

- fibra multimodo em cabeamento horizontal, em 850 nm e 1.300 nm;
- fibra multimodo em cabeamento tronco, nos dois comprimentos (850 e 1.300 nm);
- fibra monomodo obrigatoriamente em 1.310 e1.550 nm.

Método:

Será utilizado o método de medição ANSI/TIA/EIA 658-A anexo H (*Optical Fiber Link Performance Testing*) e o ANSI/TIA/EIA 526-14 Method B (*Optical Power Loss Measurements of Installed Multimode Fiber Cable Plant*).

Material necessário:

A medida é executada utilizando-se dois aparelhos: a fonte geradora de luz (*Optical Ligth Source* - OLS) e o medidor de potência óptica (*Optical Power Meter* - OPM).

Além dos aparelhos são necessários os seguintes materiais:

- dois cordões monofibra, contendo fibra óptica de mesma característica da fibra a ser medida, com dois conectores instalado nas pontas, do mesmo tipo utilizado no segmento a ser medido;
- dois acopladores ópticos do mesmo tipo do conector utilizado no segmento a ser medido e dos cordões.

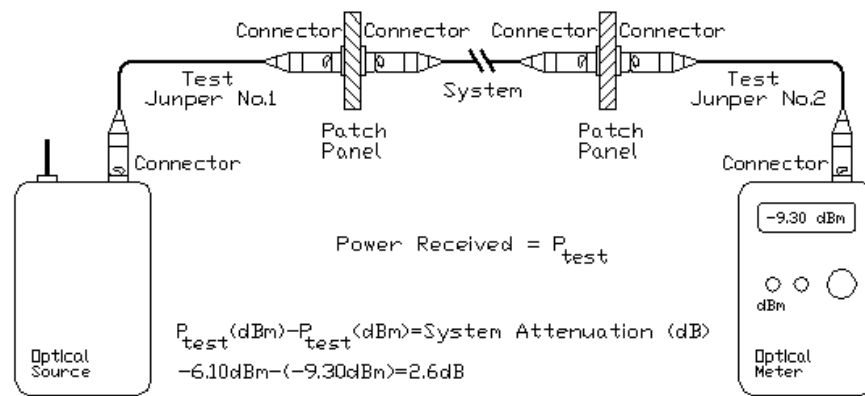



Figura 26 - Método de medição da atenuação em um segmento óptico

O procedimento é ilustrado na figura 26. Os passos são os seguintes:

1. Selecionar o comprimento de onda (unidade nm) a ser utilizado no OLS e OPM.
2. Instalar um dos cordões entre o OLS e o OPM.
3. Ligar os aparelhos e aguardar de 1 a 2 minutos para estabilização dos mesmos.
4. Anotar a medida apresentada no OPM como sendo Pref ; não desconectar ou ajustar o conector do lado do OLS até o fim dos testes.
5. Usando um dos acopladores, inserir um segundo cordão entre o OPM e o OLS.
6. Anotar a medida apresentada pelo OPM como sendo Pcheck.
7. A diferença entre Pref e Pcheck deverá ser menor ou igual a 0,75 dB. Caso isso não aconteça, limpe os cordões e substitua-os, se necessário.
8. Deixar os cordões ligados ao OLS e ao OPM e desligar as pontas que estão alinhadas pelo acoplador.
9. Conectar estas pontas dos cordões ligados ao OLS e ao OPM a cada terminação do segmento a ser testado, acrescentando-se um acoplador conforme ilustra a figura 25.
10. Anotar a medida apresentada pelo OPM como sendo Ptest.
11. O valor de atenuação do segmento é a diferença entre Pref e Ptest.

Valores de atenuação aceitáveis:

No anexo H da TIA/EIA 568-A foram estabelecidos valores aceitáveis para a fibra multimodo 62,5/125 micrômetros e monomodo reproduzido na Tabela 8. No caso de cabeamento tronco os valores são dependentes do número de emendas, do comprimento e dos conectores, pois pode haver mais do que um quadro de distribuição óptica no trajeto. Deve-se tomar como referência para o cálculo da atenuação dos conectores o número de pares vezes o valor da perda do conector ST ou seja, 2 x 0,75 = 1,50 dB.

Tabela 8 - Valores máximos de atenuação admissíveis para um segmento óptico

Aplicação	Tipo de fibra	Comp. Onda (nm)	Atenuação cabo(dB/Km)	Atenuação conector	Atenuação emenda	Atenuação máxima
Horizontal	Multimodo	850 / 1.300				2,00
Tronco	Multimodo	850	3,75	1,50	0,30	Calcular
Tronco	Multimodo	1.330	1,50	1,50	0,30	Calcular
Tronco	Monomodo	1.310	1,00	1,50	0,30	Calcular
Tronco	Monomodo	1.550	1,00	1,50	0,30	Calcular

5.6.3 Apresentação dos relatórios:

Os certificados deverão ser apresentados individualmente em relatório impresso em formato A4 e disquete de dupla densidade, formatação DOS, 1.44 Mbytes.

A identificação constante no relatório do segmento testado (*circuit ID*) deverá ser igual àquela impressa na tomada da parede, devendo constar, além dos valores medidos dos diversos parâmetros, os limites admissíveis, o tipo do cabo, NVP, a data e o nome do técnico que conduziu os testes.

5.7 Identificação dos componentes de uma rede local

A identificação dos componentes de uma rede local na USPnet é obrigatória para os componentes passivos e recomendada para os ativos. A seguir, é descrito o padrão de identificação obrigatório, em concordância com a norma TIA/EIA 606. Esta identificação é válida para qualquer componente do sistema, independente do meio físico.

A identificação sempre conterá no máximo nove caracteres alfa-numéricos. Esses nove caracteres são divididos em sub-grupos que variam de acordo com as funções propostas.

As etiquetas de identificação a serem instaladas junto aos componentes deverão ser legíveis (executadas em impressora), duradouras (não descolar ou desprender facilmente) e práticas (facilitar a manutenção).

5.7.1 Identificação dos Armários de Telecomunicações :

Cada Armário de Telecomunicações é identificado por um sub-grupo de três caracteres que indicam a localidade, onde os dois primeiros caracteres informam o nível topográfico (ou andar) e o terceiro (uma letra), um determinado armário naquele andar.

<u>Observação:</u> Antes de iniciar a identificação dos pontos, ou durante o projeto, verifique cuidadosamente a instalação predial em vista de localizar o pavimento de menor cota topográfica (nível de referência). Esse local ainda que não venha a ser contemplado com ponto de um sistema de cabeamento estruturado deverá ser identificado como sendo o nível de referência, cabendo ao mesmo, se necessário, a identificação com o dígito "00".

Exemplo: **03B-XX-XX** = Armário de Telecomunicações "B" do 3° andar.

5.7.2 Identificação de painel de conexão em Armário de Telecomunicações :

Em cada Armário de Telecomunicações de um andar haverá, no mínimo, um painel de conexão com 24 posições (número de portas de referência). A identificação desse painel será composta por dois dígitos numéricos que o localizam no sentido de cima para baixo no gabinete, *rack* ou *bracket*.

Exemplo: **03B-02-XX** = segundo painel de conexão do Armário de Telecomunicações "B" do 3° andar.

5.7.3 Identificação do Ponto de Telecomunicações (tomada RJ45 na Área de Trabalho) :

Um ponto de telecomunicação em uma Área de Trabalho sempre é terminado em um painel de conexão instalado em um Armário de Telecomunicações. Esse painel, independente do número de tomadas RJ45 existente (24, 48 ou 72), será sempre referendado como agrupamento de 24 conectores RJ45. Assim, a identificação do ponto será correspondente à posição do cabo UTP em uma das vinte e quatro posições existentes em um painel.

Exemplo: **03B-02-23** = posição número 23 do painel de conexão número dois no Armário de Telecomunicações "B" do 3° andar.

Dessa forma, no espelho da caixa de superfície na Área de Trabalho, junto à tomada RJ45 correspondente, deverá ser instalada a etiqueta com a identificação do ponto como sendo 03B-02-23.

5.7.4 Identificação do Ponto de Telecomunicações em painel de conexão :

O painel de conexão no armário deverá possuir identificação nas tomadas RJ45 de forma a garantir a identificação do outro extremo do cabo (UTP ou fibra). Existem duas situações possíveis: cabos pertencentes ao sistema de cabeamento tronco ou cabos do sistema horizontal.

Para cabos pertencentes ao cabeamento tronco, terminados em outro painel de conexão, é obrigatória a identificação, que será semelhante à utilizada no caso de um ponto de telecomunicação ou seja, localização do armário, painel e posição da tomada.

Exemplo: **00A-05-01** = posição número 01 do painel de conexão número cinco no Armário de Telecomunicações "A" do pavimento térreo.

Para cabos pertencentes ao sistema de cabeamento horizontal, isto é, oriundos de Áreas de Trabalho, a identificação é recomendada, mas é necessário que a edificação possua implantado um sistema de identificação de toda as áreas, que seja conhecido e confiável (por exemplo, número de sala, numeração sequencial, etc..), de forma que cada local possa ser identificado de forma inequívoca e precisa.

Caso isso aconteça, a identificação na tomada RJ45 do painel será composta por um código de nove caracteres alfanuméricos, dividido em três partes:

- os seis primeiros caracteres alfanuméricos indicam o andar/sala ou número sequencial da área onde está o espelho com a(s) tomada(s) RJ45, conforme sistema próprio de identificação da edificação;
- a segunda, com dois dígitos, indica o espelho;
- a terceira e última, com um dígito, indica a posição da tomada RJ45 no espelho.

Exemplo: **02C401-05-1** = primeira posição da tomada RJ45 do espelho 05 na sala C401 no 2° andar.

Observações:

1. Em um espelho com mais de uma tomada RJ45 deve-se padronizar a identificação das tomadas RJ45. Como sugestão, considerar a primeira tomada como sendo a posição superior esquerda e na sequência, executar um movimento esquerda-direita e de cima para baixo para a numeração sequencial das demais.

2.Se houver mais de uma caixa de superfície (ou espelho) instalada na mesma área deve-se identificá-la no canto esquerdo superior com o número sequencial apropriado; no exemplo, 05.

3. Obrigatoriamente, as caixas com tomadas múltiplas (cabeamento por zona - TSB-75) deverão ser identificadas junto aos painéis de conexão aos quais estão ligadas. Nesses casos, se o local não possuir identificação, sugere-se incluir as iniciais "MTO" (*Multi-user Telecommunication Outlet*) no local da sala. Exemplo: 02MTO-05-01 indicando primeira posição da tomada múltipla 05 do segundo andar.

4. Os cabos de estação ligados a essa tomada múltipla deverão obrigatoriamente ser identificados de acordo com o ítem 5.7.5 ou 5.7.6.

5.7.5 Cabos de manobra :

Os cabos de manobra utilizados junto aos painéis de conexão devem ter uma identificação numérica sequencial nas duas pontas para facilitar a identificação das extremidades, visto que após a montagem nos organizadores de cabos verticais e horizontais, qualquer movimentação dos cabos em procedimentos de manutenção ou reconfiguração poderá demandar tempo para a identificação das duas pontas.

Recomenda-se que essa identificação seja implantada através de fitas adesivas especiais que são enroladas na capa externa do cabo e apresentem excelente resistência, ou por identificação plástica do tipo anilha colada à capa externa.

5.7.6 Cabos em geral :

Para o diversos tipos de cabo, o sistema de identificação deverá utilizar um dos seguintes mecanismo de gravação:

- marcadores plásticos tipo Helaclip, Ovalgrip, Helaflex da Hellermann;
- gravação por meio de canetas;
- etiquetas adesivas especiais para cabeamento.

A codificação para cabeamento obedece à regra de identificar a origem e o destino.
A indicação do andar não deve ser omitida para cabeamentos horizontais.

Exemplos:

Armário/Sala:**03B-02-23/02C40-05-1** (Origem: andar, armário, painel, tomada / Destino: andar, sala, espelho, tomada RJ45).

Armário/Armário: **03B-02-23/00A-01-02** (Origem: andar, armário, painel, tomada / Destino: andar, armário, painel, tomada).

5.7.7 Polarização dos cabos ópticos :

Em todas as tecnologias, topologias ou métodos de acesso descritos, o meio de transmissão, quando utilizamos cabos de fibra óptica, emprega no mínimo, um par de fibras. Assim, deverá ser adotada uma orientação para que possamos polarizar sem erro os componentes (cabos de manobra, painéis etc..). Recomenda-se utilizar o sistema de orientação A-B especificado em 12.7.1. da norma TIA/EIA 568-A.

Os cabeamentos tronco e horizontal devem ser instalados formando um par, onde uma fibra numerada como ímpar e outra como par configurem um canal de transmissão. Cada segmento de cabo deverá ser instalado com uma orientação cruzada aos pares, como segue:

- Fibras ímpares são posição "A" de um lado e posição "B" do outro;
- Fibras pares são posição "B" de um lado e posição "A "do outro.

Para conectores do tipo SC, essa polarização já se encontra no próprio conector, mas caso seja utilizado outro tipo (por exemplo, ST), adota-se que o conector instalado na interface de recepção do equipamento está na posição "A" e o conector que está instalado na interface de transmissão está na posição "B".

6. Documentação da Instalação

É obrigatório documentar todos pontos de rede. Esta documentação será necessária para a manutenção, expansões ou reformas. A apresentação das mesmas deve ser em um caderno no formato A4. Nesse documento deve constar:

- Descrição funcional da rede lógica.
- Documentação da instalação física da rede (*as-Built*).
- Termo de garantia.

6.1 Descrição funcional da Rede Lógica

Deverá ser fornecido pelo executor da rede um documento contendo:

- Descrição da rede indicando os padrões técnicos adotados, número total de pontos de telecomunicações instalados e número de pontos ativos;

- Diagrama esquemático da rede com símbolos gráficos dos componentes ativos, sua interligação e interoperabilidade, a partir do ponto de entrada da fibra óptica

do *backbone* da USPnet, até as estações nas Áreas de Trabalho. O esquema gráfico poderá ser fornecido no padrão AUTOCAD ou VISIO, em formatos gráficos compatíveis com o Microsoft Windows 95; no diagrama esquemático devem ser identificadas as salas em que se encontram instalados os componentes ativos da rede;

- Planejamento de capacidade e estratégias para atualização ou upgrade da rede;
- Análise de redundância;
- Descrição dos equipamentos ativos;
- Legenda dos equipamentos e cabeamento, quando necessário.

6.2 Documentacão da instalação física da rede (*as-Built*)

A documentação da rede física deverá constar de:

- Lista de equipamentos e materiais de rede empregados, com código do fabricante;
- Planta baixa de infra-estrutura, indicando as dimensões da tubulação;
- Planta baixa com o encaminhamento dos cabos, indicando o número de cabos UTP e/ou fibra por segmento da tubulação;
- Relatório dos testes de certificação de todos os pontos instalados;
- Relatório de testes dos segmentos de fibra óptica;
- Lay-out dos Armários de Telecomunicações;
- Mapa de inter-conexão dos componentes ativos e passivos, isto é, lista de todos as tomadas RJ45 de cada painel de conexão e das portas dos equipamentos;
- Código de fabricante ou diagrama de pinagem para cabos ou dispositivos especiais (exemplo cabo em "Y").

A planta baixa do prédio com o projeto de instalação, deverá ser fornecida em AUTOCAD, no formato.DWG, obedecendo às seguintes convenções:

- *Layer* 0 - edificação e arquitetura com legenda, contendo escala do desenho, nome da Unidade, nome do prédio, pavimento, nome do projetista e data de execução;
- *Layer* 1 - tubulação existente e a construir;
- *Layer 2* - cabos UTP;
- *Layer* 3 - cabos ópticos;
- *Layer* 4 - componentes ativos, como roteadores, *switch*, Hubs, microcomputadores, estações de trabalho;
- *Layer* 5 - componentes passivos, como painéis, *racks* e pontos de telecomunicações
- *Layer* 6 - identificação de salas e observações;
- *Layer* 7 - móveis ou outros objetos.

6.3 Termo de Garantia

O termo de garantia emitido ao final da obra, pelo prestador de serviço, deverá descrever claramente os limites e a duração da garantia para cada componente do sistema instalado. Mesmo que o prestador de serviço tenha contratado outros empreiteiros, a garantia final será dada e mantida pelo contratante. Os requisitos mínimos obrigatórios para cada componente são:

- Equipamentos: 1 ano após a instalação (recomendado: 3 anos);
- Cabos e componentes de *cabling*: 5 anos contra defeitos de fabricação;
- Infra-estrutura: 3 anos contra ferrugem e resistência mecânica;
- Funcionalidade e desempenho: 5 anos;
- Declaração de desempenho assegurado para as aplicações às quais a rede física foi proposta, as possíveis restrições para outras aplicações ou para as aplicações introduzidas no futuro pelos principais organismos internacionais (IEEE, TIA/EIA, ISO/IEC, ATM FORUM, etc.)

Durante o primeiro mês após a conclusão efetiva da instalação, o prestador de serviço deverá atender às correções e pequenos ajustes necessários, no prazo máximo de 3 dias úteis.

7. Avaliação e aceitação da instalação de uma rede local

O CCE e os Centros de informática do Interior devem ser consultados para a emissão de relatório de aceitação das instalações efetuadas por empresas prestadoras de serviços. Para isso, será necessária a solicitação oficial pela Unidade.
O procedimento de avaliação será o seguinte:

1.Recebimento pelo CCE ou CIs de toda a documentação constante do ítem 6 deste documento;

2. Análise do projeto lógico e da rede física, com relação à funcionalidade e compatibilidade e interoperabilidade com os padrões da USPnet e demais organismos reguladores.

Serão ainda analisados os relatórios de certificação e conferida a versão de software do equipamento que efetuou os testes.

3. Vistoria do(s) local(is), analisando:

- materiais utilizados na elaboração da infra-estrutura e do cabeamento;
- montagem, acabamento e passagem dos cabos;
- localização, posicionamento, instalação e acabamento dos armários, gabinetes, racks etc.;
- serviço de conectorização nos painéis, disposição dos componentes (painéis, equipamentos, organizadores, etc..) nos armários;
- conferência por amostragem da veracidade do mapa de interconexões;
- instalação dos cabos de manobra, organizadores de cabos, etc..;
- identificação de cabos, tomadas, painéis etc...

4. Teste de certificação do cabeamento UTP, com equipamentos do CCE/Cis, em uma amostra do número total dos pontos instalados (mínimo de 5 pontos por Armário de Telecomunicações).

Os valores de referência adotados para a certificação do cabeamento UTP serão os seguintes à 100 MHz:

Desempenho de Link-Básico:
NEXT (par à par): mínimo 32,3dB,
NEXT (*Power Sum*): mínimo 29,3 dB
ELFEXT (par à par): mínimo 20,0 dB,
ELFEXT (Power Sum): mínimo 17,0 dB,
Atenuação: máximo 21,6 dB,
Perda de Retorno : máximo 12,1 dB,
Propagation Delay (1 MHZ ou pior caso): máximo 541 ns
Delay Skew (1- 100 MHz): máximo 45 ns

Desempenho de Canal:
NEXT (par à par): mínimo 30.1 dB,
NEXT (*Power Sum*): mínimo 27,1 dB
ELFEXT (par à par): mínimo 17,4 dB,
ELFEXT (Power Sum): mínimo 14,4 dB,
Atenuação (100 metros): máximo 24,0 dB,
ACR (par à par): mínimo 6,1 dB,
ACR (*Power Sum*): mínimo 3,1 dB,
Perda de Retorno : máximo 10,0 dB,
Propagation Delay (1 MHZ ou pior caso): máximo 580 ns
Delay Skew (1- 100 MHz): máximo 50 ns

5. Teste nos segmentos ópticos, se existirem com OTDR e/ou gerador e fonte óptica;

Valores referenciais de acordo com a tabela 8.

6. Emissão de Laudo de Avaliação da Instalação da rede local (LAI-LAN).

ANEXO A – REQUISITOS TÉCNICOS MÍNIMOS PARA UM PRESTADOR DE SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE REDE LOCAL

Este anexo deverá servir como referência para a escolha e contratação de empresas prestadoras de serviços de instalação de redes locais. A empresa deverá possuir as seguintes qualificações técnicas:

1. Possuir, no mínimo, um engenheiro com registro no CREA responsável pelo projeto e pela obra;

2. Obrigatoriamente a empresa deverá ser um instalador certificado em um dos seguintes sistemas de cabeamento estruturado:

- Systimax (AT&T/Lucent Technologies)
- OASIS da Alcatel (Alcatel / Panduit ou Alcatel / Ortronics)
- Symphony (Krone & Belden)
- MilienniuM (BICC Brand Rex)
- Nordx/CDT;

3. Obrigatoriamente a empresa deverá possuir ferramenta de certificação para cabos UTP de um dos seguintes fabricantes:

- Fluke
- Microtest
- Wavetek
- Scope
- Datacom Technologies;

4. Fornecer referências de instalações semelhantes com documentação pertinente (*as-Built*);

5. Obrigações do empreiteiro:

- Executar o serviço de acordo com as normas técnicas aplicavéis e dentro do estabelecido no projeto executivo;
- Recompor o padrão de acabamento existente em toda as suas características nos locais de instalação; particularmente no caso das cores de parede, deve-se procurar a cor que mais se aproxime daquela predominante;
- Fornecer todo o material necessário à instalação, conforme descrito no projeto executivo, não sendo aceitos materiais ou produtos usados, reciclados, recondicionados;
- Reconstituir quaisquer avarias nas dependências da edificação decorrentes dos serviços por ela executados ou contratados;
- Sinalização da obra e medidas de proteção coletiva;
- Limpeza do canteiro e das áreas afetadas ;
- Fornecimento do ferramental necessário à execução dos serviços propostos;
- Fornecimento aos seus funcionários de EPI (Equipamentos de Proteção Individual) e EPC (Equipamento de Proteção Coletivo);
- Fornecimento aos seus funcionários de vestuário adequado, alimentação, transporte e eventualmente, alojamento;
- Os profissionais empregados nos serviços deverão possuir identificação funcional individualizada para controle de acesso interno das instalações.

Na ocasião do contrato, a empresa deverá apresentar a proposta técnica - comercial com as seguintes informações:

- Nome e número de registro no CREA do responsável técnico pelo projeto e condução do serviço;
- Cópia do certificado de integrador homologado;
- Discriminar a quantidade e função de cada técnico alocado para o serviço;
- Fornecer a relação de materiais, discriminando as quantidades, marca e modelo de produtos a serem instalados;
- Cópia da A.R.T. de projeto e execução do engenheiro responsável;
- Equipamentos de teste (fabricante/modelo) a serem empregados no serviço;
- Explicitar de quem será a garantia após a conclusão da obra, e se a mesma é extensiva ao desempenho pelo tempo estipulado.

ANEXO B – ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS DE UMA REDE LOCAL

Observação : As especificações a seguir possuem itens identificados pelo símbolo asterisco (*) que devem ser quantificados com o valor ou característica previsto no projeto para que possa ser uma especificação válida.

B.1 Material de Infra-estrutura

B.1.1 Eletrodutos

B.1.2 Eletrocalhas

B.1.3 Gabinete

Descrição: Gabinete fechado composto de quatro colunas verticais, com teto, base, tampos laterais e traseiro removíveis em chapa de aço e porta frontal em acrílico com fecho e chave. Utilizado para instalação de painéis de conexão e equipamentos.

Características técnicas:

- Estrutura soldada composta de quatro colunas verticais com quadro no teto e na base; laterais e tampo traseiro removíveis em chapa de aço e porta frontal em acrílico transparente com fecho e chave em concordância com a norma IEC3-D;
- (*) Profundidade útil mínima de 470 mm;
- Colunas laterais em “L” com furação para instalação de porca “gaiola” (primeiro plano de fixação) deslizante, permitindo ajuste de profundidade do plano;
- Opção para instalação de segundo plano de fixação;
- Largura compatível com padrão IEC de 19 polegadas (482,6 mm) ;
- (*) Altura útil nominal de 12 a 44 UA (unidade de altura) e furação para fixação de equipamentos e acessórios através de porcas “gaiola” M5;
- Tampos laterais com venezianas para ventilação;
- (*) Quatro pés com niveladores embutidos na opção de instalação no piso;
- (*) Teto “chapéu” para gabinetes com altura superior a 34 UA;
- (*) Moldura basculante com dobradiça no caso de instalação em parede;
- Colunas verticais e quadros, tampos inferior e superior em aço SAE 1010/1020 com espessura mínima na bitola 16 AWG, e tampos laterais e traseiro em aço SAE 1010/1020 com bitola mínima de 18 AWG;
- Todo o conjunto com acabamento em pintura epóxi ou similar nas cores preto, cinza ou bege.

B.1.4 *Rack* (gabinete aberto)

Descrição: Gabinete aberto composto de duas colunas verticais com perfis em “U “, base de sustentação e coluna superior e com coluna extra na lateral esquerda, servindo como passa cabos verticais. Utilizado para instalação de painéis de conexão e equipamentos em salas de acesso restrito, em concordância com IEC/EIA 310-D.

Características técnicas:

- Conjunto composto de duas colunas verticais em “U“, com tampo superior e base de de sustentação em concordância com a norma IEC – 310-D;
- Largura compatível com padrão IEC de 19 polegadas (482,6 mm);
- (*) Altura útil nominal de 40 UA (unidade de altura) e furação para fixação de equipamentos e acessórios através de porcas “gaiola” M5;
- Colunas verticais em “U” e tampo superior em aço SAE 1010/1020 com espessura mínima na bitola 14 AWG, base de sustentação em aço SAE 1010/1020 com espessura mínima de 11 AWG; todo o conjunto com acabamento em pintura epóxi ou similar;
- Coluna extra instalada na lateral esquerda do *rack* com espaçadores simetricamente distribuídos na vertical, servindo como passa-cabos verticais;
- Base de sustentação com quatro furos para instalação direta no piso acabado;
- Fornecimento de quatro parafusos com buchas S8 para instalação da base.

B.1.5 *Bracket*

Descrição: Suporte de fixação do tipo *bracket* para instalação de paineis de conexão e equipamentos em superfícies verticais por meio de buchas de fixação.

Características técnicas:

- Largura compatível com padrão IEC de 19 polegadas (482,6mm);
- Profundidade útil de, no mínimo, 350 mm;
- Altura útil mínima de 6 UA (unidade de altura) e furação para fixação de equipamentos e acessórios através de porcas “gaiola” M5;
- Corpo de sustentação metálico em aço SAE 1010/1020, com espessura mínima na bitola 18 AWG, com acabamento em pintura epóxi ou similar;
- Preferencialmente dotado de dobradiça em uma das laterais para facilitar a montagem de painéis;
- Furação para parafusos de fixação na parte traseira da estrutura e fornecimento de quatro parafusos com buchas S8.

B.1.6 Organizador horizontal para cabos

Descrição: Organizador horizontal para cabos de 1 UA.

Características técnicas:

- Largura compatível com padrão IEC de 19 polegadas (482,6mm);
- Altura máxima de 1 UA (unidade de altura) e furação para fixação de equipamentos e acessórios através de parafusos/porcas “gaiola” M5;
- Corpo de sustentação metálico em aço SAE 1010/1020, com espessura mínima na bitola 18 AWG, com acabamento em pintura epóxi ou similar;
- Dotado de no mínimo 5 anéis simetricamente distribuídos ao longo de seu comprimento para passagem dos cabos, com excelente acabamento, de forma a não ocasionar danos aos cabos de manobra;
- Fornecimento dos quatro parafusos M5 x 15 e quatro porcas “gaiola” M5 para instalação.

B.2 Material de cabeamento

B.2.1 Cabo de manobra (*patch cord*)

Descrição: cabo de manobra com um metro de extensão, confeccionado com cabo de par- trançado extra flexível, categoria 5e (*enhaced*) com dois *plugs* RJ45 montados nas extremidades; utilizado para interconexão de painéis e/ou equipamentos.

Características técnicas:

- Conjunto formado por um cabo UTP extra flexível com condutores multifiliar (*stranded*), impedância de 100 ohms, bitola 24 AWG e dois *plugs* RJ45 8P/8C montados;
- (*) Comprimento do cabo: 1 metro;
- Codificação de pinagem em concordância com T568-A;
- Cabo UTP composto de condutores multifilar (7 x 0,20 mm) com elevada vida útil em relação à fadiga de curvatura; especialmente desenvolvido para utilização como *patch cord*;
- Especificações em conformidade com TIA/EIA 568-A seção 10.5;
- Compatibilidade do conjunto: TIA/EIA 568-A categoria 5e e ISO 11801;
- Conformidade com o padrão TIA/EIA 568-A *Power Sum Next* e desempenho superior, na faixa de frequência até 100 MHz, de no mínimo 3 dB em relação à curva de referência da TIA/EIA 568-A e testado a 350MHz;
- Contatos dos *plugs* RJ45 8P/8C revestidos em ouro sobre níquel, com espessura mínima de 50 micro- polegadas e compatibilidade com as especificações IEC 603-7 e TIA/EIA 568-A TSB40A;
- Capa protetora sob o *plug* RJ45 para manipulação do cordão que permita o reforço mecânico entre o ponto de travamento do cabo e o *plug,* evitando o afrouxamento da conexão, bem como ultrapassar o raio de curvatura mínimo;
- Conformidade com os padrões de rede local: IEEE 802.3/802.3u/803.2z, IEEE 802.12, ATM FORUM UNI 3.1/4.0 e ANSI X3T9.5/X3T9.3;
- Capa externa na cor verde;
- Resistência de longa duração à corrosão por umidade, temperaturas extremas e fatores ambientais;
- Testado eletronicamente, após a fabricação, em todos os parâmetros da TIA/EIA 568-A;
- Identificação numérica sequencial nas duas pontas do cabo;
- Classificação FCC 68 sub- parte F;
- Listado como UL CMR .

B.2.2 Cabo de estação (*station cord*)

Descrição: cabo de estação com três metros de extensão, confeccionado com cabo de par- trançado extra flexível, categoria 5e (*enhaced*) com dois *plugs* RJ45 montados nas extremidades; utilizado para a interconexão de dispositivos eletrônicos na Área de Trabalho.

Características técnicas:

- Conjunto formado por um cabo UTP extra flexível com condutores multifiliar (*stranded*), impedância de 100 ohms, bitola 24 AWG e dois *plugs* RJ45 8P/8C montados;
- (*) Comprimento do cabo: 3 metros;
- Codificação de pinagem em concordância com T568-A;
- Cabo UTP composto de condutores multifilar (7 x 0,20 mm), com elevada vida útil em relação à fadiga de curvatura; especialmente desenvolvido para utilização como *station cable*;
- Especificações em conformidade com TIA/EIA 568-A seção 10.5;
- Compatibilidade do conjunto: TIA/EIA 568-A categoria 5e e ISO 11801; conformidade com o padrão TIA/EIA 568-A *Power Sum Next* e desempenho superior na faixa de frequência até 100 MHz de, no mínimo, 3 dB em relação à curva de referência da TIA/EIA 568-A e testado a 350MHz;
- Contatos dos *plugs* RJ45 8P/8C revestidos em ouro sobre níquel, com espessura mínima de 50 micro- polegadas e compatibilidade com as especificações
- IEC 603-7 e TIA/EIA 568-A TSB40A ;
- Capa protetora sob o *plug* RJ45 para manipulação do cordão que permita o reforço mecânico entre o ponto de travamento do cabo e o *plug,* evitando o afrouxamento da conexão, bem como ultrapassar o raio de curvatura mínimo;
- Conformidade com os padrões de rede local: IEEE 802.3/802.3u/803.2z, IEEE 802.12, ATM FORUM UNI 3.1/4.0 e ANSI X3T9.5/X3T9.3;
- (*) Capa externa na cor cinza ou branco;
- Resistência de longa duração à corrosão por umidade, temperaturas extremas e fatores ambientais;
- Testado eletronicamente, após a fabricação, em todos os parâmetros da TIA/EIA 568-A;
- Classificação FCC 68 sub- parte F;
- Listado como UL CMR .

B.2.3 Painel de conexão (*patch panel*)

Descrição: painel de conexão com capacidade de 24 conectores RJ45, dimensões para instalação no padrão 19 polegadas e altura útil de uma UA. Compatibilidade total com TIA/EIA 568-A categoria 5e *Power Sum Next*.Utilizado para a terminação de cabos UTP rígidos ou flexíveis nos Armários de Telecomunicações.

Características técnicas:

- Painel com capacidade para 24 conectores RJ45 8P/8C ;
- Dimensões: largura padrão IEC 19 polegadas e altura máxima de 1 UA;
- Codificação de pinagem em concordância com T568-A;
- Sistema de terminação através de método de inserção rápido, tipo IDC 110, para condutores sólidos de 22 a 26 AWG ou similar que garanta o destrançamento máximo de 13 mm;
- Terminação reutilizável para, no mínimo, 50 reconexões;
- Compatibilidade do conjunto: TIA/EIA 568-A categoria 5e e ISO 11801;
- Conformidade com o padrão TIA/EIA 568-A *Power Sum Next* e desempenho superior na faixa de frequência até 100 MHz de, no mínimo, 3 dB em relação à curva de referência da TIA/EIA 568-A e testado a 350 MHz;
- Contatos dos conectores RJ45 8P/8C revestidos em ouro sobre níquel, com espessura mínima de 50 micro- polegadas e compatibilidade com a especificação IEC 603-7;
- Conector RJ45 8P/8C com os seguintes indíces de desempenho: PSNEXT mínimo de 40 dB, atenuação máxima de 0,4dB, perda de retorno mínima de 18 dB, atraso de propagação máximo de 2,5 ns e *delay skew* máximo de 1,25 ns;
- Corpo de sustentação do conjunto com acabamento em pintura epóxi ou similar;
- Régua ou placa para a identificação individual de cada conector RJ45;
- Suporte ou sistema de fixação traseira dos cabos;
- Identificação dos pares T568-A na parte traseira, para a terminação dos cabos;
- Numeração sequencial esquerda-direita de 1 a 24 das portas RJ45;
- Área para a identificação do painel (à esquerda ou direita);
- Conformidade com os padrões de rede local: IEEE 802.3/802.3u/803.2ab, IEEE 802.12, ATM FORUM UNI 3.1/4.0 e ANSI X3T9.5/X3T9.3;
- Resistência de longa duração para o conector RJ45 8 vias à corrosão por umidade, temperaturas extremas e fatores ambientais;
- Testado eletronicamente, após a fabricação, em todos os parâmetros da TIA/EIA 568-A

B.2.4 Painel de conexão reduzido (*mini patch panel*)

Descrição: painel de conexão reduzido com capacidade máxima de 12 conectores RJ45, terminação IDC 110 e dimensões para instalação que atendam ao padrão "89D". Compatibilidade total com TIA/EIA 568-A categoria 5e *Power Sum Next*.Utilizado para a terminação de cabos UTP rígidos ou flexíveis nos Armários ou em pontos de baixa concentração.

Características técnicas:

- Painel com capacidade máxima para 12 conectores RJ45 8P/8C;
- Dimensões que atendam à instalação em *brackets* padrão "89D";
- Codificação de pinagem em concordância com T568-A;
- Sistema de terminação através de método de inserção rápido, tipo IDC 110, para condutores sólidos de 22 a 26 AWG ou similar que garanta o destrançamento máximo de 13 mm;
- Terminação reutilizável para, no mínimo 50, reconexões;
- Compatibilidade do conjunto: TIA/EIA 568-A categoria 5e e ISO 11801;
- Conformidade com o padrão TIA/EIA 568-A *Power Sum Next* e desempenho superior na faixa de frequência até 100 MHz, de no mínimo 3 dB, em relação à curva de referência da TIA/EIA 568-A e testado a 350 MHz;
- Contatos dos conectores RJ45 8P/8C revestidos em ouro sobre níquel, com espessura mínima de 50 micro- polegadas e compatibilidade com a especificação IEC 603-7;
- Conector RJ45 8P/8C com os seguintes indíces de desempenho: PSNEXT mínimo de 40 dB, atenuação máxima de 0,4dB, perda de retorno mínima de 18 dB, atraso de propagação máximo de 2,5 ns e *delay skew* máximo de 1,25 ns;
- Corpo de sustentação do conjunto com acabamento em pintura epóxi ou similar;
- Régua ou placa para a identificação individual de cada conector RJ45;
- Suporte ou sistema de fixação traseira dos cabos;
- Identificação dos pares T568-A na parte traseira, para a terminação dos cabos;
- Numeração sequencial vertical de 1 a 12 para as portas RJ45;
- Área para a identificação do painel (à esquerda ou direita);
- Conformidade com os padrões de rede local: IEEE 802.3/802.3u/803.2ab, IEEE 802.12, ATM FORUM UNI 3.1/4.0 e ANSI X3T9.5/X3T9.3;
- Resistência de longa duração para o conector RJ45 8 vias à corrosão por umidade, temperaturas extremas e fatores ambientais;
- Testado eletronicamente, após a fabricação, em todos os parâmetros da TIA/EIA 568-A.

B.2.5 Tomada de estação (para implementar um ponto de telecomunicações)

Descrição: Conjunto formado por uma caixa de superfície 5 x 3 polegadas, espelho e no mínimo um conector RJ45 8P/8C. O espelho deverá ter capacidade para a instalação de, no mínimo, mais um conector RJ45 . Compatibilidade total com TIA/EIA 568-A categoria 5e *Power Sum Next*. Utilizada para interligar dispositivos eletrônicos na Área de Trabalho.

Características técnicas:

- Caixa de superfície produzida em material plástico na dimensão 5 x 3 polegadas (127 x 76 mm) e profundidade mínima de 2,25 polegadas (57 mm), com aberturas pré- configuradas para tubulações e com excelente acabamento. Projetada para manter os cabos UTP ou de fibra óptica com o raio de curvatura dentro das especificações mínimas;
- A caixa de superfície deverá possuir, além de aberturas pré-configuradas nas quatro laterais, capacidade de instalação dos cabos pela parte traseira;
- (*) Espelho de superfície com um conector RJ45 8P/8C e capacidade mínima para a instalação adicional de mais um conector RJ45 8P/8C;
- (*) O conjunto deverá possuir suporte a conectores ópticos tipo ST ou SC, através da inserção de sub-módulo apropriado junto ao espelho;
- Espelho com módulo "cego" instalados nos espaços destinados aos conectores RJ45 não instalados;
- Codificação de pinagem do conector RJ45 em concordância com T568-A;
- Sistema de terminação através de método de inserção rápido, tipo IDC 110, para condutores sólidos de 22 a 26 AWG ou similar que garanta o destrançamento máximo de 13 mm;
- Terminação reutilizável para, no mínimo, 50 reconexões;
- Compatibilidade do conjunto: TIA/EIA 568-A categoria 5e e ISO 11801;
- Conformidade com o padrão TIA/EIA 568-A *Power Sum Next* e desempenho superior na faixa de frequência até 100 MHz de, no mínimo, 3 dB em relação à curva de referência da TIA/EIA 568-A e testado a 350 MHz;
- Contatos dos conectores RJ45 8P/8C revestidos em ouro sobre níquel, com espessura mínima de 50 micro- polegadas e compatibilidade com a especificação IEC 603-7;
- Conector RJ45 8P/8C com os seguintes indíces de desempenho: PSNEXT mínimo de 40 dB, atenuação máxima de 0,4dB, perda de retorno mínima de 18 dB, atraso de propagação máximo de 2,5 ns e *delay skew* máximo de 1,25 ns;
- Espaço para a identificação individual de cada conector RJ45;
- Suporte ou sistema de fixação da caixa em superfície vertical (parede);
- Identificação dos pares T568-A na parte traseira para a terminação dos cabos;
- Conformidade com os padrões de rede local: IEEE 802.3/802.3u/803.2ab, IEEE 802.12, ATM FORUM UNI 3.1/4.0 e ANSI X3T9.5/X3T9.3;
- Resistência de longa duração para o conector RJ45 8 vias à corrosão por umidade, temperaturas extremas e fatores ambientais;
- Testado eletronicamente, após a fabricação, em todos os parâmetros da TIA/EIA 568-A .

B.2.6 Conector RJ45 para espelho (“tomada” RJ45)

Descrição: Conector RJ45 8P/8C acoplado a um sistema de terminação IDC 110 ou similar para instalação em espelhos na áreas de trabalho. Compatibilidade total com TIA/EIA 568-A categoria 5e *Power Sum Next*. Utilizado para expansões em Áreas de Trabalho que já possuem instalada uma caixa de superfície e espelho.

Características técnicas:

- Codificação de pinagem em concordância com T568-A;
- Sistema de terminação através de método de inserção rápido, tipo IDC 110, para condutores sólidos de 22 a 26 AWG ou similar que garanta o destrançamento máximo de 13 mm;
- Terminação reutilizável para, no mínimo, 50 reconexões;
- Compatibilidade do conjunto: TIA/EIA 568-A categoria 5e e ISO 11801;
- Conformidade com o padrão TIA/EIA 568-A *Power Sum Next* e desempenho superior na faixa de frequência até 100 MHz de, no mínimo, 3 dB em relação à curva de referência da TIA/EIA 568-A e testado a 350 MHz;
- Contatos dos conectores RJ45 8P/8C em ouro sobre níquel, com espessura mínima de 50 micro- polegadas e compatibilidade com a especificação IEC 603-7;
- Conector RJ45 8P/8C com os seguintes indíces de desempenho: PSNEXT mínimo de 40 dB, atenuação máxima de 0,4dB, perda de retorno mínima de 18 dB, atraso de propagação máximo de 2,5 ns e *delay skew* máximo de 1,25 ns;
- Conformidade com os padrões de rede local: IEEE 802.3/802.3u/803.2ab, IEEE 802.12, ATM FORUM UNI 3.1/4.0 e ANSI X3T9.5/X3T9.3;
- Resistência de longa duração para o conector RJ45 8 vias à corrosão por umidade, temperaturas extremas e fatores ambientais;
- Testado eletronicamente, após a fabricação, em todos os parâmetros da TIA/EIA 568-A;
- Identificação dos pares T568-A na parte traseira do conector para a terminação do cabo, facilitando a instalação e evitando erros de montagem da pinagem.

B.2.7 Tomadas múltiplas (para implementar cabeamento por zonas TSB-75)

Descrição: Conjunto formado por uma caixa de superfície com 6 ou 12 conectores RJ45 8P/8C instalados e sistema de terminação IDC 110, com compatibilidade total com TIA/EIA 568-A categoria 5e *Power Sum Next*. Utilizado para instalações que utilizem a técnica de cabeamento por zona, especificada pela TIA/EIA 568-A TSB-75.

Características técnicas:

- (*) Caixa de superfície produzida em material plástico com dimensões compatíveis para a instalação de 6 ou 12 conectores RJ45 8P/8C e projetada para manter os cabos UTP ou de fibra óptica com o raio de curvatura dentro das especificações mínimas impostas pela TIA/EIA 568-A . Deverá ainda estar em concordância com a prática de cabeamento por zona, especificada na TIA/EIA 568-A TSB-75;
- Capacidade de manter sobra nos cabos, conforme orientação da TIA/EIA 568-A;
- Suporte a conector de fibra óptica ST ou SC pela substituição do submódulo;
- Espelho de superfície com 6 ou 12 conectores RJ45 8P/8C instalados;
- Codificação de pinagem do conector RJ45 em concordância com T568-A;
- Sistema de terminação através de método de inserção rápido, tipo IDC 110, para condutores sólidos de 22 a 26 AWG ou similar que garanta o destrançamento máximo de 13 mm;
- Terminação reutilizável para, no mínimo, 50 reconexões;
- Compatibilidade do conjunto: TIA/EIA 568-A categoria 5e e ISO 11801;
- Conformidade com o padrão TIA/EIA 568-A *Power Sum Next* e desempenho superior na faixa de frequência até 100 MHz de, no mínimo, 3 dB em relação à curva de referência da TIA/EIA 568-A e testado a 350 MHz;
- Contatos dos conectores RJ45 8P/8C revestidos em ouro sobre níquel, com espessura mínima de 50 micro- polegadas e compatibilidade com a especificação IEC 603-7;
- Conector RJ45 8P/8C com os seguintes indíces de desempenho: PSNEXT mínimo de 40 dB, atenuação máxima de 0,4dB, perda de retorno mínima de 18 dB, atraso de propagação máximo de 2,5 ns e *delay skew* máximo de 1,25 ns;
- Espaço para a identificação individual de cada conector RJ45;
- Suporte ou sistema de fixação da caixa em superfície vertical (parede);
- Identificação dos pares T568-A na parte traseira para a terminação dos cabos;
- Conformidade com os padrões de rede local: IEEE 802.3/802.3u/803.2ab, IEEE 802.12, ATM FORUM UNI 3.1/4.0 e ANSI X3T9.5/X3T9.3;
- Resistência de longa duração para o conector RJ45 8 vias à corrosão por umidade, temperaturas extremas e fatores ambientais;
- Testado eletronicamente, após a fabricação, em todos os parâmetros da TIA/EIA 568-A .

B.2.8 Cabo de par–trançado (cabo UTP)

Descrição: Cabo de pares trançados não blindado com quatro pares de fio rígido bitola 24 AWG (0,50 mm) e impedância 100 ohms e compatibilidade total com TIA/EIA 568-A categoria 5e *Power Sum Next*.

Características técnicas:

- Cabo de par-trançado não blindado com quatro pares de fio rígido bitola 22 (preferencialmente) ou 24 AWG e impedância nominal de 100 ohms;
- As cores da capa do isolante de cada fio deverá atender às especificações TIA/EIA/568-A;
- Conformidade com o padrão TIA/EIA 568-A *Power Sum Next* e desempenho superior na faixa de frequência até 100 MHz de, no mínimo, 6 dB em relação à curva de referência da TIA/EIA 568-A sendo o valor mínimo a 100 MHz de 35,3 dB (par a par) e 32,3 dB (*Power Sum*);
- ELFEXT (par a par) valor mínimo a 100 MHz: 23,8 dB e 20,8 dB (*Power Sum*);
- *Enhanced* PS-ACR (*Power Sum Attenuation Crosstalk Ratio*) isto é, excede a especificação da TIA/EIA 568-A em, no mínimo, 6 dB para toda faixa de frequência até 100 MHz.
- SRL (*Structural Return Loss*) excede as especificações da TIA/EIA 568-A em, no mínimo, 3 dB para toda a faixa de frequencia até 100 MHz sendo a perda de retorno a 100 MHz máximo de 17,1 dB;
- *Delay Skew* menor que 45 ns/100 m na faixa de 1 - 100 MHz;
- Atraso máximo de propagação a 100 MHz: menor que 570 ns/100 m;
- Atenuação uniforme nas temperaturas de 40 e 60 graus centígrados, em conformidade com TIA/EIA 568-A sendo o valor máximo de 22 dB a 100 MHz;
- Concordância com os requisitos elétricos e mecânicos da TIA/EIA 568-A;
- Conformidade com os padrões de rede local: IEEE 802.3/802.3u/803.2ab, IEEE 802.12, ATM FORUM UNI 3.1/4.0 e ANSI X3T9.5/X3T9.3;
- Capa externa não progante à chama nas cores: azul (preferencialmente), verde ou cinza;
- Testado eletronicamente após a fabricação, em todos os parâmetros elétricos previstos na TIA/EIA 568-A;
- Certificação NEC CM ou CMX;
- Fabricante do produto com certificação ISO 9000 e 9001.

B.2.9 Cabo de fibra óptica multimodo para utilização interna

Descrição: Cabo de fibra óptica multimodo 62,5/125 micrômetros com dois pares e construção do tipo *tigth buffer breakout* para uso interno às edificações, em conformidade com o padrão TIA/EIA 568-A e ISO 11801 e classificação OFNR.

Características técnicas:

- Cabo de fibra óptica multimodo 62,5/125 micrômetros, índice gradual, totalmente dielétrico, contendo quatro fibras;
- Compatibilidade com os requisitos ópticos da norma ANSI/TIA/EIA-492AAAA;
- Concordância com os requisitos ópticos especificados pela norma IEC 793-2 tipo A1b, exceto os ítens especificados neste documento;
- Construção tipo *tigth* constituída por quatro fibras agrupadas em unidades básicas, com identificação por meio de cores na capa externa.
- O cabo deverá proporcionar fácil conectorização, ou seja, ser aderente ao modelo *breakout* , com o conector óptico podendo ser instalado diretamente no cabo, sem a necessidade de bloqueios ópticos ou de *fanout kits*.
- Revestimento primário de acrilato com 250 micrômetros de espessura e secundário de poliamida ou PVC com 900 micrômetros de espessura;
- Sobre o revestimento secundário são colocados elementos de tração de fios sintéticos (kevlar ou aramida) e capa externa de material termoplástico, não inflamável;
- Atenuação máxima: 3,0 dB a 850 nm e 1,0 dB a 1.300 nm;
- Banda passante mínima: 200 MHz/Km a 850 nm e 500 MHz/Km a 1.300 nm;
- Dispersão cromática zero na faixa de 1.295 a 1.365 nm;
- *Dispersion slope* não deverá exceder a 0,110 ps/nm2-Km entre 1.295 a 1.348 nm;
- Abertura númerica: 0,275;
- Concentricidade do revestimento primário mínimo: 0,70;
- Cor da capa externa: preferencialmente laranja ou amarela, com marcação externa de metragem, em intervalos regulares não superiores a 10 metros, tipo do cabo e fabricante;
- Conformidade com os padrões de rede local: IEEE 802.3/802.3u/803.2z, IEEE 802.12, ATM FORUM UNI 3.1/4.0 e ANSI X3T9.5/X3T9.3;
- Especificações mecânicas e ambientais em concordância com ANSI/TIA/EIA0472CAAA;
- Resistência a tração maior que 0,70 GN/m2;
- Testes mecânicos e ambientais em conformidade com TIA/EIA 455 e/ou Telebrás SPT 235 ou outras aplicáveis ao produto ofertado;
- Listado como UL-OFNR, ou seja, cabo retardante à chama, totalmente dielétrico para utilização em cabeamento vertical;
- O fabricante deverá possuir certificação ISO 9000 e/ou 9001;
- O comprimento nominal solicitado deverá estar contido em uma única bobina ou carretel, em que ambas as pontas deverão estar fácilmente acessíveis para ensaios;
- Garantia de 10 anos contra defeitos de fabricação.

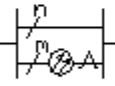
B.2.10 Cabo de fibra óptica monomodo para utilização interna

Descrição: Cabo de fibra óptica monomodo 9/125 micrômetros com dois pares e construção do tipo *tigth buffer breakout* para uso interno às edificações, em conformidade com o padrão TIA/EIA 568-A e ISO 11801 e classificação OFNR.

Características técnicas:

- Cabo de fibra óptica monomodo 9/125 micrômetros *matched clad*, totalmente dielétrico, contendo quatro fibras;
- Compatibilidade com os requisitos ópticos das normas ANSI/TIA/EIA-492CAAA e IEC 793-2 tipo A1b e ITU-T G. 652, exceto os ítens especificados neste documento;
- Construção tipo *tigth* constituída por quatro fibras agrupadas em unidades básicas com identificação por meio de cores na capa externa.
- O cabo deverá proporcionar fácil conectorização, ou seja, ser aderente ao modelo *breakout* , com o conector óptico podendo ser instalado diretamente no cabo, sem a necessidade de bloqueios ópticos ou de *fanout kits*.
- Revestimento primário de acrilato com 250 micrômetros de espessura e secundário de poliamida ou PVC com 900 micrômetros de espessura;
- Sobre o revestimento secundário são colocados elementos de tração de fios sintéticos (kevlar ou aramida) e capa externa de material termoplástico, não inflamável;
- Atenuação máxima: 1,0 dB nos comprimentos de 1.310 e 1. 550 nm;
- Dispersão cromática em concordância com as faixas admissíveis das especificações ITU-T G.957 e T 1.646;
- *Cut-off wavelength* deverá estar abaixo do comprimento de 1. 270 nm quando medido de acordo com ANSI/TIA/EIA-455-170, ou 1.280 nm quando medido de acordo com IEC 793-1;
- Cor da capa externa: preferencialmente laranja ou amarela com marcação externa de metragem, em intervalos regulares não superiores a 10 metros, tipo do cabo e fabricante;
- Conformidade com os padrões de rede local: IEEE 802.3/802.3u/803.2z, IEEE 802.12, ATM FORUM UNI 3.1/4.0/phy -046 e ANSI X3T9.5/X3T9.3;
- Especificações mecânicas e ambientais em concordância com ANSI/ICEA S-83-596 e IEC 794-2;
- Resistência a tração maior que 0,70 GN/m2;
- Testes mecânicos e ambientais em conformidade com TIA/EIA 455 e/ou Telebrás SPT 235 ou outras aplicáveis ao produto ofertado;
- Listado como UL-OFNR, ou seja, cabo retardante à chama, totalmente dielétrico para utilização em cabeamento vertical;
- O fabricante deverá possuir certificação ISO 9000 e/ou 9001;
- O comprimento nominal solicitado deverá estar contido em uma única bobina ou carretel, em que ambas as pontas deverão estar fácilmente acessíveis para ensaios;
- Garantia de 10 anos contra defeitos de fabricação.

B.3 Equipamentos de rede local

B.3.1 Placa de Rede
B.3.2 HUB
B.3.3 Ethernet *Switch*

ANEXO C – SIMBOLOS GRÁFICOS

Neste anexo apresentamos os símbolos gráficos recomedados para a ilustração de diagramas lógicos e de infra-estrutura. Esses símbolos representam os elementos mais utilizados em documentos de infra-estrutura de telecomunicações.

C.1. Equipamento

C.2. Cabos

C.3. Terminações

CONEXÃO CRUZADA

INTERCONEXÃO

C.4 . Tubulações

C.5. Outros

PONTO DE TELECOMUNICAÇÕES, TOMADA RJ45 (A=QTDE)
INSTALADO NA PAREDE

PONTO DE TELECOMUNICAÇÕES (A=QTDE)
INSTALADO NO PISO

PONTO DE TELECOMUNICAÇÕES
INSTALADO NO TETO VIA COLUNA

RACK ABERTO (A=UNIDADE DE ALTURA)

GABINETE FECHADO (A=UNIDADE DE ALTURA)

BRACKET (A=UNIDADE DE ALTURA)

ANEXO D - BIBLIOGRAFIA

ISO/IEC 11801 – Generic Cabling for Customer Premises – 1995;

TIA/EIA 568-A Comercial Building Telecommunications Cabling Standard – 1995

TIA/EIA 568-A-1 Addendum n.1 to TIA/EIA 568-A 1997 Propagation Delay and Delay Skew Specifications for 100 ohms 4 pair cable;

TIA/EIA 569 Commercial Building Standard for Telecommunication Pathways and Spaces 1998;

TIA/EIA 606 Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of ommercial Buildings 1993;

TIA/EIA TSB 67 Transmission Performance Specification for Field Testing of Unshielded Twisted-Pair Cabling Systems 1995;

TIA/EIA TSB 72 Centralized Optical Fiber Cabling Guidelines 1995;

TIA/EIA TSB 75 Additional Horizontal Cabling Practices for Open Offices 1996;

EIA 310-D Cabinets, Racks, Panels and Associated Equipaments;

TIA/EIA 587 Fiber Optic Graphic Symbols;

IEC 617-10 Graphical Symbols for Diagrams - part 10 Telecommunications Transmission;

ANSI/IEEE 802.3 Local Area Networks-Part 3 CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specifications 1996;

IEEE 802.1-Q Draft Standards for LAN/MAN VLANS 1997;

IEEE 802.3 z DRAFT CSMA/CD Method and Physical Specification for 1000 Mbps Operation – 1997;

ANSI/IEEE 802.3u MAC Parameters, Physical Layer, MAUs and Repeater for 100 Mbps Operation, Type 100BASE-T 1995;

ANSI/IEEE 802.12 Demand Priority Access Method, Physical Layer and Repeater for 100 Mbps Operation, Type 100MB/s 1995;

ATM FORUM User Network Specification (UNI) version 3.1-1994;

ATM FORUM 622.08 Mbps Physical Layer Specification AF-phy-0046.000 –1996;

BICSI Telecommunications Distribution Methods Manual Vol I e II - 1995;

ABNT Norma NB-54.